

THESIS

MUNICH

1964

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik
der Universität München

Direktor: Prof.Dr.med.R.Zenker

Diagnose, Behandlung und Behandlungsergebnisse bei Tibiakopffrakturen

(Auswertung des Krankengutes der Chirurgischen
Universitätsklinik München aus den Jahren 1956
bis einschließlich 1961)

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Peter Carl

aus
Coburg
1964



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik
der Universität München

Direktor: Prof.Dr.med.R.Zenker

Diagnose, Behandlung und Behandlungsergebnisse bei Tibiakopffrakturen

(Auswertung des Krankengutes der Chirurgischen
Universitätsklinik München aus den Jahren 1956
bis einschließlich 1961)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Peter Carl

aus
Coburg
1964

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. R. Zenker

Dekan: Prof. Dr. O. Hug

Tag der mündlichen Prüfung: 20.10.64

1.	Einleitung	1
2.	Die Bedeutung der Arbeit	2
3.	Die Aufgaben der Arbeit	3
4.	Die Verantwortung der Arbeit	4
5.	Die Zusammenarbeit	5
6.	Die Arbeitsbedingungen	6
7.	Die Arbeitszeiten	7
8.	Die Arbeitslohn	8
9.	Die Arbeitsplätze	9
10.	Die Arbeitsmittel	10
11.	Die Arbeitsverfahren	11
12.	Die Arbeitsorganisation	12
13.	Die Arbeitskultur	13
14.	Die Arbeitsethik	14
15.	Die Arbeitspsychologie	15
16.	Die Arbeitsphysiologie	16
17.	Die Arbeitsmedizin	17
18.	Die Arbeitsrecht	18
19.	Die Arbeitspolitik	19
20.	Die Arbeitswissenschaft	20

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

21.	Die Arbeitswissenschaft	21
22.	Die Arbeitswissenschaft	22
23.	Die Arbeitswissenschaft	23
24.	Die Arbeitswissenschaft	24
25.	Die Arbeitswissenschaft	25
26.	Die Arbeitswissenschaft	26
27.	Die Arbeitswissenschaft	27
28.	Die Arbeitswissenschaft	28
29.	Die Arbeitswissenschaft	29
30.	Die Arbeitswissenschaft	30
31.	Die Arbeitswissenschaft	31
32.	Die Arbeitswissenschaft	32
33.	Die Arbeitswissenschaft	33
34.	Die Arbeitswissenschaft	34
35.	Die Arbeitswissenschaft	35
36.	Die Arbeitswissenschaft	36
37.	Die Arbeitswissenschaft	37
38.	Die Arbeitswissenschaft	38
39.	Die Arbeitswissenschaft	39
40.	Die Arbeitswissenschaft	40

41.	Die Arbeitswissenschaft	41
42.	Die Arbeitswissenschaft	42
43.	Die Arbeitswissenschaft	43
44.	Die Arbeitswissenschaft	44
45.	Die Arbeitswissenschaft	45
46.	Die Arbeitswissenschaft	46
47.	Die Arbeitswissenschaft	47
48.	Die Arbeitswissenschaft	48
49.	Die Arbeitswissenschaft	49
50.	Die Arbeitswissenschaft	50

A) Allgemeiner Teil

I.	Einleitung	1
II.	Geschichtliches	2
III.	Häufigkeit	3
IV.	Anatomie des Kniegelenkes	6
V.	Entstehungsmechanismen	8
VI.	Bruchformen	14
VII.	Klinisches Bild und Diagnose	16
VIII.	Tibiakopffraktur und Begleitverletzungen	24
	a) Verletzungen der Gefäße und Nerven	25
	b) Kapselzerreißen	25
	c) Meniskusverletzungen	25
	d) Kreuzbandverletzungen	26
	e) Seitenbandverletzungen	27
	f) Fibulaköpfchenfraktur	28
	g) Weichteilverletzungen	29
IX.	Allgemeine Behandlungsrichtlinien	29
X.	Konservative Behandlung	31
XI.	Operative Behandlung	37
XII.	Dauer der Ruhigstellung und Zeitpunkt der Belastung	51
XIII.	Versorgung der Begleitverletzungen	54
XIV.	Akute Frühkomplikationen nach Tibiakopffrakturen	58
XV.	Nachbehandlung	58
XVI.	Spätresultate	59
XVII.	Korrekturmöglichkeiten bei schlecht verheilten Brüchen	62

B) Krankengut der Chirurgischen Universitäts-
klinik München

I.	Überblick	64
II.	Unfallursache und Frakturmechanismus	65

	Seite
III. Bruchformen	68
IV. Klinisches Bild	73
V. Behandlungsmethoden der Chirurgischen Universitätsklinik München	76
a) Konservative Behandlung	77
b) Operative Behandlung	84
VI. Behandlungsdauer	85
VII. Nachbehandlung	90
VIII. Behandlung der Begleitverletzungen	90
IX. Fälle mit Todesfolge	91
X. Behandlung alter schlecht verheilte Brüche	95
XI. Ergebnisse der Nachuntersuchungen	96
a) Standfestigkeit und Kniegelenk- funktion	97
b) Röntgenologischer Befund	110
c) Subjektive Beschwerden	118
d) Beeinträchtigung der Arbeits- und Berufsfähigkeit	119
XII. Gesamtbeurteilung	119
XIII. Zusammenfassung	122

Literatur

A) Allgemeiner Teil

I. Einleitung

Die Tibiakopffraktur stellt im Rahmen der Unterschenkelbrüche ein besonderes Kapitel dar; denn fast stets ist das Kniegelenk mit seiner großen statischen Belastung unmittelbar beteiligt. Schäden am Bandapparat und an den Menisken und Läsionen des Gelenkknorpels komplizieren häufig diesen schweren Gelenkbruch und führen zu Spätschäden wie Wackelknie, Gelenkversteifungen und sekundärer Arthrosis deformans. Hieraus ergeben sich erhebliche körperliche Behinderungen der Patienten, nicht zuletzt bei der Ausübung des Berufes.

Eine möglichst genaue Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse muß daher angestrebt werden, um die Funktionen des Kniegelenkes zu erhalten. So sind in den letzten Jahrzehnten viele Behandlungsmethoden vorgeschlagen worden, und die Frage, ob man eine konservative oder eine operative Behandlung vorziehen soll, wird auch heute von den einzelnen Autoren verschieden beantwortet. Da zudem mit wachsender Verkehrsdichte Häufigkeit und Schwere der Tibiakopffraktur erheblich zugenommen haben (VOLLMAR und BENZ (142)), erscheint eine genaue Überprüfung der Behandlungsmethoden und der Spätergebnisse angezeigt.

Es soll daher eine Begutachtung des Aktenmaterials und der Nachuntersuchungsergebnisse der Schienbeinkopffraktur vorgenommen werden, die in den Jahren 1956 bis einschließlich 1961 in der Chirurgischen Universitätsklinik München behandelt wurden.

II. Geschichtliches

Im Jahre 1875 wurde die Tibiakopffraktur erstmals von RICHET als gesonderte Bruchform der Tibia beschrieben. Noch um die Jahrhundertwende waren die Schienbeinkopfbrüche offenbar eine Seltenheit. Dies ersieht man z.B. aus der Tatsache, daß LOEW am Bürgerhospital Köln von 1890 bis 1897 unter 2600 Frakturen nur 3 Fälle gesehen hat (zitiert nach HARTMANN (51)). MIKKELSEN (104) teilte 1937 mit, TANTON habe bis 1916 aus der Literatur nur 63 Tibiakopffrakturen zusammentragen können. Noch 1926 konnte BARBILLIAN im ganzen über nur 126 Fälle berichten (zitiert nach SECHEHAYE (131)), während wenige Jahre später HULTEN (1929, (57)), KAPPIS (1931, (65)), BECKER (1934, (10)) und MIKKELSEN (1934, (104)), insgesamt schon mehr als 400 Fälle zusammenstellen konnten.

Die Ausheilungsergebnisse waren schlecht. So berichtete KOENIG (73) 1930 von über 50 % Wackelknieen bei 25 nachuntersuchten Patienten.

Von operativ versorgten Schienbeinkopfbrüchen berichteten 1925 bei der Berliner Gesellschaft für Chirurgie LANDOIS, HINZ und KATZENSTEIN (82). Es handelte sich um Spaltfrakturen, die nach Eröffnung des Kniegelenkes mit dem TEXTOR-Schnitt unter genauer Wiederherstellung der Gelenkfläche eingerichtet worden waren. Abgerissene Menisken wurden wieder angenäht. HINZ (82) schlug nach der Reposition von außen einen Nagel durch das Fragment in den Tibiakopf. Nach HULTENS (1932 (58)) Angaben waren bis 1931 erst 2 "schalenförmige" Brüche operativ eingerichtet worden (das sind Brüche, bei denen die Mitte der Tibiagelenkfläche eingestaucht, der Kondylenrand aber erhalten ist).

HULTÉN (1929 (57)) und TRABUCCO (1931 (137)) untersuchten als erste experimentell den Frakturmechanismus und beschrieben die verschiedenen Kraftkomponenten, die beim Bruch des Tibiakopfes zusammenwirken.

Die ersten grundlegenden Arbeiten über die Behandlungsgrundsätze und besonders über die Einteilung der Bruchformen lieferten HULTÉN (1929 (57)), KLAPP (1929(71)), KOENIG (1930 (73)) und KAPPIS (1931 (65)). LEXER (90) berichtete 1930 über eine erfolgreiche Gelenkplastik bei schwerer Zertrümmerung des Schienbeinkopfes: 3 Wochen nach dem Unfall wurde das Gelenk aufgeklappt, die zahlreichen Fragmente mit Draht umschlungen und nach 3 Monaten eine Fettgewebslappen-Einlagerung vorgenommen.

Seither sind viele Behandlungsmethoden empfohlen worden, die außer einer Ruhigstellung auch eine gute Reposition der Fragmente zum Ziele haben. Verschiedene Osteosyntheseverfahren werden nach operativer Eröffnung des Kniegelenkes zur Fixierung der Fragmente angewandt, wie Nagelung, Verschraubung und Drahtumschlingung. Autoplastische Knochentransplantate dienen zur Anhebung abgesunkener Gelenkflächenteile und zum Ersatz zerstörter Knochenbezirke.

III. Häufigkeit

Zweifelsohne ist die Fraktur des Tibiakopfes zu den selteneren Bruchformen zu rechnen. MAROTTOLI (99) fand 1,18 %, BOMBELLI (17) 1,4 %, DEZZANI und DELUTIO (29) errechneten 1,82 % Schienbeinkopfbrüche unter allen Knochenbrüchen. (Gesamtzahl der Frakturen nicht mitgeteilt.) Der Anteil der Tibiakopffrakturen an der Zahl der Unterschenkelbrüche wurde von SECHEHAYE (131) mit 4 % - 7 % errechnet; 6 % - 7 %

gaben KOENIG (73) und BECKER (10) an (Gesamtzahl der Unterschenkelfrakturen nicht angegeben). Bei KUHLMANN (80) liegt der Prozentsatz bei 8,5 % (unter 1476 Unterschenkelbrüchen), während ANDREESSEN (3) sogar 12,7 % Brüche des Schienbeinkopfes unter den Unterschenkelfrakturen sah. Daß die Zahl der behandelten Fälle an den einzelnen Kliniken sehr verschieden ist, ist nicht verwunderlich. Ein Unfallkrankenhaus in einem dichtbesiedelten Industriegebiet wird diese schwere Knieverletzung öfter zu versorgen haben als ein Kleinstadtkrankenhaus. KOENIG (73) behandelte in fünf Jahren 42 Patienten (durchschnittlich 8,4 Fälle pro Jahr), ENDER (37) hatte von 1926 bis 1948 jährlich 13 Patienten zu versorgen (insgesamt 300 frische Brüche). Bei ANDREESSEN (3) belief sich in den Nachkriegsjahren die Zahl der Schienbeinkopfbrüche auf über 14 im Jahr und bei SALEM (124) sogar auf 18,6. Dagegen errechnete REHBELIN (123) nur 3,3 Tibiakopfbrüche jährlich an der Göttinger Klinik.

Ungeachtet dieser schwankenden Zahlen wird fast ausnahmslos von einer Zunahme der Schienbeinkopfbrüche berichtet. Schon BECKER (10) und KOCH (74) hatten hierauf hingewiesen, und HARTMANN (51) machte für das Ansteigen eine verfeinerte Diagnostik ebenso wie die stetige Zunahme von Sport und Verkehr verantwortlich. Besonders Verkehrsunfälle sind immer häufiger Ursache für Verletzungen des Kniegelenkes und im besonderen des Tibiakopfes geworden. Sehr genau beschreiben VOLLMAR und BENZ (142) die "Knieanprallverletzungen", die mit wachsender Motorisierung ansteigen und sehr häufig das obere Schienbeinende betreffen. Schwere Tibiakopftrümmerbrüche bei Motorradfahrern schilderte EHALT (33) als "Traversenverletzungen". Auch andere Autoren fanden unter ihren Patienten einen großen Prozentsatz Verkehrsverletzte (JUNGHANNS (64) 50 %), wobei in Deutschland der Fußgänger als besonders gefährdet erscheint

(WITTER (149)), in den Vereinigten Staaten der Autofahrer (CORNELL und HARDY (27)). In einer großen Unfallstatistik hat GÖGLER (49) erneut die Gefährdung des Kniegelenks beim Anprall aufgezeigt, und zwar nicht nur die "Armaturenblettverletzungen" des Autofahrers, sondern allgemein im Straßenverkehr. - Die größere Gefährdung des Schienbeinkopfes gegenüber den Femurkondylen bei Kniegelenkverletzungen wird in vielen Arbeiten betont. Infolge der unterschiedlichen Spongiosastruktur beider Knochen wurden zwischen Zahl der Brüche der Oberschenkelrollen und solchen der Tibiakondylen Verhältnisse von 1:4 (CLARKE, zitiert nach ANDREESSEN (3)) und sogar 1:9 (KOCH (74)) gefunden.

Eine bevorzugte Bruchbereitschaft findet sich natürlich bei den mittleren und älteren Jahrgängen (ANDREESSEN (3), KOCH (74) et al.). HOLLE und HART (56) machen den Elastizitätsverlust im fortschreitenden Alter für die höhere Bruchbereitschaft verantwortlich, während Bandapparat und Menisken eine Gewalteinwirkung in der Jugend eher abzufangen vermögen. Demgemäß werden Läsionen der Bänder und Menisken beim jungen Menschen häufiger gefunden. - Die Geschlechter sind meist ungleich an der Patientenzahl beteiligt. Männer sind in manchen Statistiken doppelt so oft von der Tibiakopffraktur betroffen wie Frauen. Dieses Zahlenverhältnis ist abhängig von der unterschiedlichen Beteiligung beider Geschlechter an Unfällen überhaupt. Bei unseren Patienten konnte ein eindeutiges Überwiegen eines Geschlechtes nicht festgestellt werden (47 Männer und 38 Frauen).

IV. Anatomie des Kniegelenkes

Im Kniegelenk artikulieren die größten Gelenkflächen des Körpers miteinander. 3 Knochen treten hierbei miteinander in Verbindung: Schenkelbein, Schienbein und Kniescheibe. Die beiden Femurkondylen sind rollenförmig gebaut und divergieren nach distal und hinten. Vorn werden sie durch die Facies patellaris voneinander getrennt, auf der die Facies articularis der Kniescheibe gleitet. Dorsal liegt die tiefe Fossa intercondylica zwischen den Schenkelrollen. Die Krümmung der Schenkelrollen in sagittaler Richtung nimmt nach hinten ständig zu, so daß man sie als "spiralig gebogen" bezeichnet. Der Knorpelüberzug hat an den dicksten Stellen zwischen 2,6 und 3,2 mm Stärke. Während der Condylus tibialis femoris eine gleichbleibende Breite aufweist, verschmälert sich der Condylus fibularis nach dorsal.

Einen völlig anderen Bau sehen wir am proximalen Tibiaende. Durch die mächtige Verbreiterung des Tibiaschaftes nach proximal entsteht eine Gelenkfläche, welche die der Femurkondylen um das Dreifache übertrifft. Einen "Tibiakopf" kennen die Anatomen allerdings nicht, es handelt sich hierbei um eine rein chirurgisch-topographische Bezeichnung. Viel zutreffender scheint der Vergleich mit einer Konsole (MEERWEIN (101), TRABUCCO (138) et al.) oder einem Säulenkapitell, da das breit ausladende Schienbeinende fast plane Gelenkflächen besitzt. Im französischen Sprachbereich hat sich daher die Bezeichnung "Tibiaplatte" (plateau tibial) gebildet; (SECHEHAYE (131), PRIMO (120) et al.). Die Artikulation mit dem Femur wird durch die beiden Kondylen hergestellt, welche durch die Fossa intercondylica anterior, die Eminentia intercondylica und die Fossa intercondylica posterior voneinander getrennt werden. Infolge einer entwicklungsgeschichtlich bedingten Recurvatio fallen die Tibiagelenkflächen nach hinten in einem Winkel von 8° - 10° ab. Beide Kondylen sind eiförmig geformt und be-

sitzen ihre größte Ausdehnung in sagittaler Richtung. Der Condylus tibialis ist von vorn nach hinten konkav gewölbt, der Condylus fibularis dagegen konvex. In ihrem postero-lateralen Anteil wird die laterale Gelenkfläche durch eine kleine Stütze gekräftigt, das Wadenbain. Die Articulatio tibio-fibularis liegt außerhalb des Kniegelenks. Eine Frakturbeteiligung des Capitulum fibulae ist aber bei den Brüchen zu erwarten, die den Tibiakopf in seinem hinteren lateralen Anteil treffen. An der vorderen Grenze zum Tibiaschaft wölbt sich die Schienbeinrauhigkeit, tuberositas tibiae, vor.

Ebenso wie in ihrer Oberflächenstruktur unterscheiden sich distales Femurende und proximales Tibiaende auch in ihrem Feinbau. Der Knorpelüberzug der Tibiakondylen (4-5 mm) übertrifft in der Dicke den der Femurrollen beträchtlich, infolgedessen wird ihm aber eine größere Elastizität als dem Knorpel der Femurkondylen zugeschrieben. (SALEM und WURNIG (124)). Die Spongiosastruktur des Tibiakopfes ist weniger dicht gebaut als die der Schenkelrollen. Trotz des ähnlichen Baus der Lamellensysteme beider Knochen wird doch die stärkere und dichtere Bälkchenstruktur des distalen Oberschenkels seit KAPPIS (65) und HULTÉN (57) immer wieder betont. Der dichtere Bau der Spongiosa an den Femurkondylen wird von manchen Autoren damit erklärt, daß bei der Beugung sehr viele Gelenkpunkte der Femurkondylen belastet werden, während die Tibiakondylen nur in einem kleinen Gelenkbereich statisch beansprucht werden.

Die Kniegelenkhöhle ist die geräumigste des ganzen Körpers. Eine vorn und seitlich dünne und schlaffe, hinten stärkere Gelenkkapsel umschließt die Articulatio genus. Sie wird durch zahlreiche Bänder und durch Sehneninsertionen verstärkt. Die Ligamenta collateralia und die Kreuzbänder erhöhen die Stabilität und geben eine gute Gelenkführung.

Die Inkongruenz der Gelenkflächen wird durch die Menisken verringert. Über sie erfolgt in den peripheren Abschnitten des Gelenkes die Artikulation zwischen Oberschenkel und Schienbein nur indirekt. Der fast kreisförmige Meniscus fibularis und der halbmondförmige Meniscus tibialis können infolge ihres Gehaltes an elastischen Fasern und ihrer dreiseitig prismatischen Form eine Pufferwirkung ausüben.

Funktionell stellt das Kniegelenk einen Trocho-Ginglymus dar. Außer Beuge- und Streckbewegungen werden also auch Rotationsbewegungen durchgeführt. Rotierende Bewegungen sind nur bei gleichzeitiger Flexionsstellung möglich, da in Beugstellung der Zug der Kollateralbänder weniger stark ist. Die normale Extension beträgt 180° (extrem bis zu 200°), eine Flexion kann bis zu einem Winkel von 50° (gelegentlich bis zu 30°) durchgeführt werden. Die Rotationsmöglichkeit ist bei rechtwinklig gebeugtem Kniegelenk am umfangreichsten mit 40° - 50° Außenrotation und 3° - 10° Innenrotation. Eine geringe "Schlußrotation" (VIRCHOW, zitiert nach RAUBER - KOPSCH (121)) erfolgt zwangsweise beim Strecken durch eine nach vorn gerichtete Gleitbewegung des tibialen Condylus am Ende der Extension.

V. Entstehungsmechanismen

Solange die Schienbeinkopfbrüche als eine gesonderte Frakturform beschrieben werden, ist die Entstehung, d.h. der Frakturmechanismus, immer wieder Gegenstand der Erörterung. Zertrümmerungen des Tibiakopfes - oft mit Gelenkeröffnungen und erheblichen Weichteilverletzungen verbunden - sind auf eine starke direkte Gewalteinwirkung zurückzuführen, und der Frakturmechanismus ist oft klar ersichtlich (z.B. wenn

der Tibiakopf zwischen den Stoßstangen zweier Fahrzeuge zertrümmert wird). In der Mehrzahl sieht man aber Brüche mit sehr charakteristischen Bruchlinien, ohne daß auffällige äußere Begleitverletzungen und die Unfallanamnese für die Entstehungsweise eine befriedigende Erklärung bieten.

Bruchform und Bruchintensität werden bestimmt von der augenblicklichen Kombination folgender 3 entscheidender Faktoren:

- a) Art der Gewalteinwirkung
- b) anatomische Beschaffenheit
des Kniegelenkes
- c) Stellung des Gelenkes

a) Art der Gewalteinwirkung

Ätiologisch wird im Schrifttum häufig zwischen einer direkten und einer indirekten Gewalteinwirkung unterschieden. Eine direkte Kraftkomponente trifft den Tibiakopf unmittelbar von unten her oder in Höhe des Gelenkspaltes. Indirekt können starke Belastungen durch seitliche Abknickungen und Verwindungen bei mehr oder weniger starker Flexion des Gelenkes den Tibiakopf frakturieren. Den indirekten Frakturmechanismus hält ANDREESSEN (3) bei den Brüchen älterer Leute besonders häufig für gegeben. Im allgemeinen ist die Entscheidung oft schwierig, ob eine direkte Gewalteinwirkung die Ursache der Fraktur ist, oder ob extreme Abduktion oder Adduktion und Rotation bei einem Unfall indirekt den Bruch bewirkt haben. Skiunfälle, Sturz aus der Höhe auf die Füße bei gleichzeitiger Abspreizung im Knie - oft mit starker Muskelanspannung - sind Unfallgeschehen, bei denen der indirekte Mechanismus angenommen werden muß.

Bei dem hohen Prozentsatz der im Verkehr Verletzten läßt sich der Frakturmechanismus selten genau feststellen, die Zahl der eindeutig durch direkten Anprall verursachten, meist schweren Trümmerbrüche ist aber im Ansteigen begriffen (VOLLMAR und BENZ (142)). In die Gruppe der direkt verursachten Schienbeinkopfbrüche fallen die von EHALT (33) beschriebenen "Traversenverletzungen" der Motorradfahrer. Schwere Zertrümmerungen entstehen auch oft durch Anprall am Armaturenbrett, an Stoßstangen und an anderen Vorrichtungen von Fahrzeugen. Die früher häufige Zertrümmerung durch Hufschlag wird heute dagegen kaum noch beobachtet.

b) Anatomische Beschaffenheit des Kniegelenkes

Ein wesentlicher Faktor für die Bruchbereitschaft, den schon KLAPP (71) HULTÉN (57) und KAPPIS (65) betonten, ist in der weniger dichten Bälkchenstruktur der Spongiosa des Tibiakopfes zu suchen, auf die der knochendichtere Femur bei einer Stauchung einwirkt. Da sich distal die stabile Tibiadiaphyse anschließt, befindet sich das Tibiakondylengebiet zwischen zwei wesentlich härteren Knochengebieten. Die leichte physiologische X-Stellung des menschlichen Kniegelenkes (MEERWEIN (101), TRABUCCO (138), BISTOLFI (14) et al.) führt zudem zu einer größeren Belastung des äußeren Kondylus, der auch in allen Statistiken am häufigsten betroffen erscheint. (So sah WITTER (149) Frakturen des lateralen Kondylus 7mal so oft wie alle anderen.)

c) Stellung des Gelenkes

Bei einer Längskompression des Kniegelenkes bzw. bei einer Längsstauchung der unteren Extremität überhaupt ist der Tibiakopfbereich zuerst gefährdet. Derartige sehr starke

und plötzliche Belastungen rufen Frakturen hervor, wie sie BÜRKLE DE LA CAMP (20) bei Bergleuten beschrieben hat, die mit dem Förderkorb auf den Grund des Förderschachtes aufprallten. Eine alleinige Stauchung in Richtung der Längsachse bei gestrecktem Bein vermag aber meist keine Schienbeinkopfbrüche zu erzeugen, wie die Versuche von TRABUCCO (138) zeigen. TRABUCCO (138) benötigte am Leichenmaterial *B e u g u n g , T o r s i o n* und *M u s - k e l z u g* zur Erzeugung einer Tibiakopffraktur. Das Zusammentreffen von "innerer Verwindung und Abscherung" wird immer wieder betont, wobei die *K o n s o l e n - f o r m* des Schienbeinkopfes eine Abscherung in den seitlichen Bereichen begünstigt (SECHEHAYE (131), REHBEIN (122) et al.).

Mit den Versuchen von TRABUCCO (138) stimmen die Experimente von HULTEN (58) und von SALEM (124) vor allem darin überein, daß eine Anspannung der Muskulatur mit resultierender *H y p e r a b d u k t i o n* oder *H y p e r a d d u k t i o n* des Kniegelenkes eine Frakturierung begünstigt. Die Tatsache, daß SALEM (124) mittels Hyperabduktion auch bikondyläre Brüche erzeugen konnte, läßt vermuten, daß die natürliche und durch Muskelzug oft noch verstärkte Abknickung in Valgusstellung bei allen Frakturtypen eine Rolle spielt. Die lateralen Gelenkabschnitte werden ja in Valgusstellung bedeutend mehr beansprucht als die medialen. WEYAND (145) nimmt an, daß der laterale Femurkondylus in den meisten Fällen den Frakturspalt herstellt, da dieser auch beim Bruch der medialen Gelenkfläche mit einer einzigen Ausnahme in WEYANDS (145) Krankengut vom lateralen Tibiabereich ausging. Nach der Ansicht von VAN DER GHINST (147) werden Tibiakopffrakturen mittelbar oder unmittelbar meist in Hyperabduktion oder Hyperadduktion im Knie verursacht.

In welcher Weise nun die Schenkelrollen auf die Tibiage-

lenkflächen einwirken, hängt großenteils von ihrer eigenen Struktur ab. Bei Spaltbrüchen betonte KLAPP (71) die Keilwirkung des Femurkondylus: "Wie wenn ein Keil auf die Mitte der Tibiagelenkfläche eingeschlagen worden wäre." Mit einem Stempel, der sich in den Schienbeinkopf eindrückt, vergleicht ENDER (37) den Femurkondylus bei der Kompressionsfraktur. Da bei zunehmender Beugung im Kniegelenk die artikulierenden Femurabschnitte eine zunehmend stärkere Krümmung aufweisen, kann der Einfluß des Flexionsgrades auf die Bruchform nicht unterschätzt werden. Mit anderen Worten: Für die Kompressions- oder Eindellungsbrüche muß meist ein starker zentraler Druck durch hintere Abschnitte der Schenkelrollen verantwortlich gemacht werden (PEREY (114), JUNGHANNS (64)). Bei gestrecktem und seitlich abgeknickten Kniegelenk entsteht am leichtesten eine Spaltfraktur durch keilförmig einwirkende Partien der Schenkelrollen, die einen größeren Krümmungsradius besitzen.

ANDREESEN (3) findet zudem 2 verschiedene Typen von Schenkelrollen: eine mit plumper Keulenform, eine andere, schmalere mit einer ungleichmäßigen, sogenannten "kantigen Rundung", die sich in ihren hinteren Abschnitten, bei stärkerer Flexion und entsprechender Gewalteinwirkung, wie ein Hammer in die Spongiosa des Schienbeinkopfes eintreibt. Als besondere Bruchform beschreibt ENDER (37) die Überstreckungsbrüche, die bei einer extremen Extension und gleichzeitiger Gewalteinwirkung entstehen. Die starke Überstreckung führt meist zu bikondylären Frakturen.

Die Frakturbereitschaft des Tibiakopfes wird also durch folgende anatomische Merkmale gefördert:

- 1) Die besondere Spongiosastruktur des Tibiakopfes
- 2) Die leichte physiologische Valgusstellung des Kniegelenkes
- 3) Die Inkongruenz der Gelenkflächen von Femurkondylen und Tibiagelenkflächen
- 4) Die Konsolenform des Tibiakopfes

Frakturbegünstigende Stellungen des Kniegelenkes bei einwirkender Gewalt sind:

- 1) Hyperabduktion oder Hyperadduktion (teilweise verbunden mit Torsion), häufig in Flexionsstellung
- 2) Starke Überstreckung im Kniegelenk

Der verhältnismäßig geringe Anteil der Tibiakopfbrüche an den Unterschenkelfrakturen erscheint im Hinblick auf die erwähnten frakturbegünstigenden Faktoren überraschend. Offenbar ist das Kniegelenk vor allem beim jungen Menschen oft in der Lage, plötzlich einwirkende Kräfte durch Bandapparat und Menisken abzufangen, während beim älteren Menschen infolge des Elastizitätsverlustes der Gewebe der Knochen leichter bricht (HOLLE und HART (56) ANDREESSEN (3)). Vorwiegend im mittleren und höheren Lebensalter werden die typischen Bruchformen der Gelenkfläche gefunden. In der Jugend überwiegen hingegen bei den Kniegelenkverletzungen Läsionen des Kapsel-, Bandapparates und der Menisken und knöcherne Ausrisse an Bandansätzen, dies besonders im Eminentiamassiv.

Zu den ungünstigen Faktoren rechnet manchmal noch das Übergewicht der Patienten oder ein arthrotisch schon vorgeschädigtes Gelenk.

VI. Bruchformen

Die Mannigfaltigkeit der Tibiakopfbrüche drängt, die verschiedenen Frakturtypen in Gruppen zu ordnen. Schon bei der Betrachtung der Entstehungsmöglichkeiten schält sich eine gewisse Differenzierung einzelner Bruchformen heraus. Von großer Wichtigkeit ist die genaue Unterscheidung der Frakturtypen zweifelsohne für die Wahl der Therapie und für die Stellung der Prognose (siehe Abb. 1 - 10).

Bei den unikondylären Brüchen wurden schon von HULTEN (57), KAPPIS (65) und KLAPP (71) die beiden Gruppen der Spaltbrüche und Kompressionsbrüche voneinander getrennt. Diese beiden Formen sind infolge der anatomischen Verhältnisse des Kniegelenkes sehr häufig und werden bei allen Autoren genau unterschieden. Die Abspaltung oder Abscherung eines Kondylenteiles stellt ja auch ein ganz anderes Bild dar als die Kompression (= Stauchung = Impression). Die oft benutzten Bezeichnungen "zentrale Eindellung" und "zentrale Depression" sollen einen Kompressionsbruch kennzeichnen, bei dem die zentralen Partien der Gelenkfläche auf wechselnde Tiefe eingedrückt sind, während der Kondylenrand als Wall stehenbleibt (HULTEN (58)).

Gerade bei den Spalt- und Kompressionsbrüchen sieht man häufig Mischformen beider Typen (RBHBEIN (122), SPINA (136)). So ist nach SALEM (124) die typische Spaltfraktur fast immer mit einer geringen Kompression verbunden. Wegen der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Bruchformen, der unterschiedlichen Fragmentgröße und der wechselnden Kompressionstiefe konnten manche Autoren viele Unterformen abteilen. Die abweichende Zusammensetzung des Verletztengutes hinsichtlich des Frakturtypes ist mit der unterschiedlichen Einstufung der Mischformen bei den einzelnen Autoren zu erklären (ENDER (38)). Eine allzu differenzierte Einteilung geht aber auf Kosten der Übersicht.

Der Bruch beider Kondylen erfolgt meist durch eine gleichzeitige Abscherung. Treffen sich hierbei beide Bruchspalten unmittelbar an der Gelenkfläche, so ergibt sich eine V-förmige Fraktur, vereinigen sich die Bruchspalten im Tibiakopf und zieht nur eine Bruchlinie zur Gelenkfläche, so sieht man die Y-Fraktur. Die Diaphyse der Tibia kann sich dann wie ein Keil zwischen die auseinandergesprengten Epiphysenstücke schieben (KNOBLAUCH (72)), ANDREESSEN (4)).

Bei den Überstreckungsbrüchen kippen die Gelenkflächen nach vorn ab und bewirken meist Frakturlinien im Sinne eines umgekehrten T. Die sogenannten "hinteren Abscherbrüche" (ENDER (37)) sind ebenfalls oft bikondyläre Frakturen; hier besteht die Gefahr einer Fehlstellung in Antekurvationsstellung. Die Trümmerbrüche betreffen meist ebenfalls beide Condyli. Sie sind durch eine Vielzahl kleinerer und größerer Fragmente gekennzeichnet. Entsprechend der Zerkleinerung des Knochens spricht man hier auch vom "Komminutivbruch" (MIKKELSEN (104)). M. LANGE (83) unterteilt diesen Typ in zwei Gruppen: Auseinandersprengung des Tibiakopfes in der Frontalebene einerseits und Einsenkung und Eindellung der Gelenkfläche in sagittaler Verlaufsrichtung andererseits.

Brüche der Eminencia intercondylica werden teilweise als Begleitverletzungen bei den anderen Frakturformen gesehen, kommen aber auch isoliert vor. Sie werden überwiegend im jugendlichen Alter beobachtet (FURLONG (45)). REHBEIN (122) rechnet die Eminenciafrakturen zu den Rißbrüchen, die seiner Ansicht nach bezüglich ihrer Entstehung mit den Seitenband-, Kapsel- und Kreuzbandrissen in Zusammenhang stehen. Die Abriße der Tuberositas tibiae entstehen fast immer durch Zug des Ligamentum patellae - z.B. bei Abwehrbewegungen gegen den Fall nach rückwärts - sie dürfen nicht mit der SCHLATTER'schen Erkrankung verwechselt werden (ANDREESSEN (3)). Es handelt sich bei diesen Brüchen um einen Apophysenabbruch mit oft beträchtlicher Dislokation.

Subcapitale Frakturen liegen ebenso wie Brüche der Schienbeinrauhigkeit an der Grenze zum Tibiaschaft und müßten - genaugenommen - aus unserem Thema ausgeklammert werden. Da aber auch bei diesen Bruchformen nicht selten Frakturlinien bis zum Gelenkraum hinziehen, werden sie hier ebenfalls erwähnt.

Nach der bisherigen Betrachtung ergibt sich folgende Einteilung der Tibiakopffrakturen:

I) Unikondyläre Brüche

- | | |
|-----------------------|-------------|
| 1) Spaltbrüche | a) laterale |
| | b) mediale |
| 2) Kompressionsbrüche | a) laterale |
| | b) mediale |

II) Bikondyläre Brüche

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1) bikondyläre Spaltbrüche | a) Y-Brüche |
| | b) V-Brüche |
| 2) Überstreckungsbrüche | (T-Brüche) |

III) Trümmerbrüche

IV) Subcapitale Brüche

V) Eminentiaibrüche

VI) Brüche der Tuberositas tibiae

VII. Klinisches Bild und Diagnose

Trotz erheblicher Zerstörung des Tibiakopfmassives werden bisweilen keine ausgeprägten Bruchzeichen gefunden. Wegen der unmittelbaren Nähe des Gelenkspaltes und wegen der Gelenkkapsel kann eine abnorme Beweglichkeit der Bruchstücke zueinander und Krepitation oft schlecht beurteilt werden. Sonst typische Bruchzeichen fehlen manchmal auch

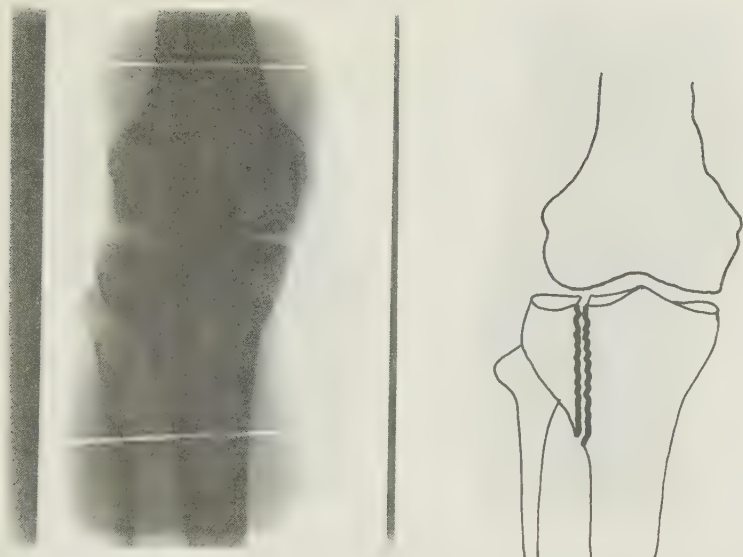


Abb. 1: Lateraler Spaltbruch. Sturz vom Moped.

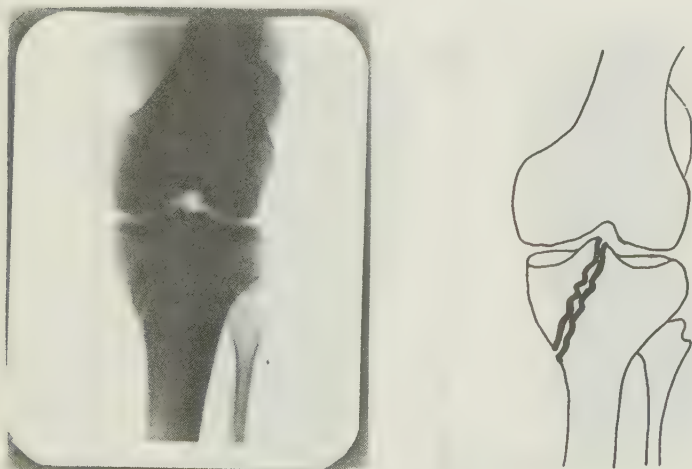


Abb. 2: Medialer Spaltbruch. Sturz vom Fahrrad. Einbruch in die Eminentia intercondylica.



Abb. 3: Lateraler Kompressionsbruch; Sturz vom Fahrrad. Starke Eintauchung der lateralen Gelenkfläche und Verbreiterung des Condylus lateralis.



Abb. 4: Medialer Kompressionsbruch. Sturz zu ebener Erde auf eine Betonplatte. Starke Eintauchung und gleichzeitig Abspaltung der lateralen Gelenkfläche. Mitfrakturierung der Eminentia intercondylica.

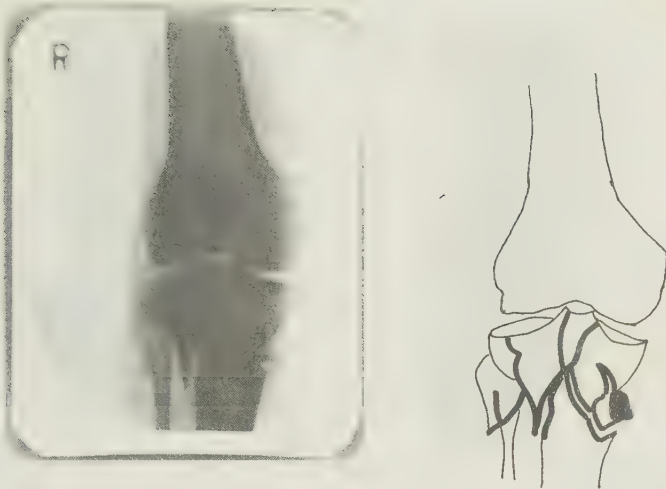


Abb. 5: Y-förmiger bikondylärer Spaltbruch: Pat. wurde als Fußgänger von PKW angefahren. Mitbeteiligung der Eminentia intercondylica. Fibulaköpfchenfraktur.



Abb. 6: V-förmiger bikondylärer Spaltbruch. Mit dem PKW auf LKW aufgeprallt. Mehrere Frakturlinien durch beide Kondylen verlaufend.



Abb. 7: Trümmerbruch. Sturz vom Fahrrad. Abkipfung des medialen Kondylus. Zertrümmerung des gesamten Eminentiamassives. Durch Hinabgleiten des lateralen Femurkondylus in die Trümmerzone ist es zur Subluxations-Stellung des Kniegelenkes gekommen.

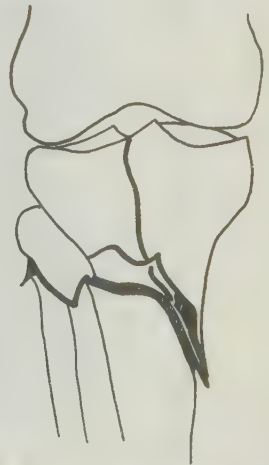


Abb. 8: Subcapitaler Bruch. Sturz auf eine Treppenkante. Eine Bruchlinie verläuft durch Gebiet der Eminentia intercondylica. Fibulaköpfchenfraktur.



Abb. 9: Bruch der Eminentia intercondylica. Sturz von einem Stuhl auf den Boden.

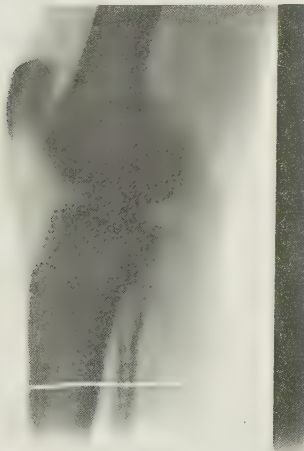


Abb. 10: Bruch der Tuberositas tibiae (in Konsolidierung begriffen). Pat. wurde aus dem PKW auf das Straßenpflaster geschleudert.

durch die Einkeilung und Fixierung bzw. Kompression der Fragmente (BECKER (12)). Die Inspektion ergibt manchmal ein unauffälliges Integument über dem Bruchbereich oder nur oberflächliche Schürf- und Quetschwunden, je nach Fraktur-entstehung.

Bei Zertrümmerungen freilich können sehr schwere Hautschäden auftreten, bzw. liegt eine offene Fraktur vor. Ein Weichteilhaematom tritt bei diesen und bei allen durch direkte Gewalt entstandenen Brüchen fast immer auf; bei indirekter Gewalt fehlt gar nicht selten ein klinisch erkennbares Haematom, das heißt es beschränkt sich auf den engsten Frakturbereich. Die Regel ist jedoch ein Haemarthros. Ergibt die Punktion eines traumatischen Gelenkergusses ein blutiges Punktat, so ist an einen Tibiakopfbruch zu denken.

Der Vergleich mit dem gesunden Bein zeigt bei vielen Brüchen eine äußerlich erkennbare Verbreiterung des Tibiakopfes, und als sehr typisches Symptom eine oft erhebliche Abknickung der Beinachse im Sinne eines Varus oder Valgus. Durch die Impression entsteht ein Zwischenraum, der eine abnorme Seitenbeweglichkeit gestattet. Diese laterale Beweglichkeit im Kniegelenk und der Haemarthros sind nach Ansicht von SECHEHAYE (131) immer zu finden und ermöglichen die Diagnose auch in fraglichen Fällen. Die Erschlaffung des Seitenbandes nach Einsinken des betreffenden Oberschenkelkondylus kann allerdings auch scheinbare Bandschäden vortäuschen (ANDRESEN (3)). Dislokationen können ebenfalls durch Absinken eines Schenkelknorrens entstehen, wenn z.B. der laterale Femurkondylus beim medialen Spaltbruch in den seitlich der Eminencia beginnenden Frakturspalt einsinkt, so daß der Tibiakopf nach lateral luxiert erscheint.

Die funktionellen Störungen sind meist erheblich. Im Gegensatz zu der vermehrten Seitenbeweglichkeit treten

oft Streck- und Beugehemmungen auf. Die Bewegungsausfälle sind vom Typ der Fraktur abhängig: Die sogenannten hinteren Abscherbrüche sind häufig durch starke Streckhemmung charakterisiert, Kreuzbandhöckerausrisse durch eine Beugefixierung (FURLONG (45)). Das Auftreten auf das verletzte Bein ist dem Patienten fast immer unmöglich.

Bei der Untersuchung sollen stärkere Manipulationen vermieden werden, da besonders bei Spaltbrüchen durch den Zug am Bandapparat die Dislokation verstärkt werden kann. Diese Gefahr der Fragmentverschiebung durch Mobilisation sowie starke Bewegungsschmerzen erschweren häufig eine genaue Beurteilung von Wackelbewegungen und Schubladenphänomenen. Begleitende Bänder- und Meniskusverletzungen können hierdurch bei Behandlungsbeginn unerkannt bleiben. Gelenkerguß und Druckschmerzhaftigkeit im Frakturbereich entgehen aber auch der vorsichtigen Palpation nicht.

Folgende klinische Symptome sind kennzeichnend:

- 1) Druckschmerzhaftigkeit im frakturierten Kondylengebiet
- 2) Haemarthros
- 3) Verbreiterung des Tibiakopfes
- 4) Seitliche Abknickung der Beinachse
- 5) Abnorme Seitenbeweglichkeit
- 6) Bewegungsausfälle (besonders Streck- und Beugehemmung)
- 7) Belastungsvermögen

Selbstverständlich leistet immer das Röntgenbild den entscheidenden Beitrag für die Diagnose. Deshalb ist die Anfertigung von Röntgenaufnahmen unbedingt erforderlich, wenn Kniegelenkverletzungen mit Höhlenerguß und Schmerzen beim Auftreten vorliegen. Schwierigkeiten in der Röntgendiagnostik ergeben sich bei den sogenannten "zentralen Bindel-

lungen" mit erhaltenem Gelenkflächenrand, wo manchmal erst eine spätere Röntgenkontrollaufnahme eine tatsächliche knöcherne Verletzung bestätigt. Besteht auf Grund der klinischen Symptomatik ein Verdacht auf das Vorliegen einer Tibiakopffraktur, und ergeben die in den üblichen 2 Ebenen angefertigten Röntgen-Aufnahmen keinen eindeutigen Nachweis der Fraktur, dann sollten unbedingt noch weitere Röntgen-Aufnahmen im schrägen Strahlengang oder besser Schichtaufnahmen angefertigt werden. Es versteht sich von selbst, daß in jedem Fall der antero-posteriore und seitliche Strahlengang exakt eingestellt werden müssen.

VIII. Tibiakopffraktur und Begleitverletzungen

Je nach Art und Lage der Fraktur können die anderen anatomischen Strukturen des Kniegelenkes und die umgebenden Weichteile mehr oder weniger in Mitleidenschaft gezogen sein. Die sofortige vollständige Diagnostik zusätzlicher Begleitverletzungen ist nicht immer leicht. Die Kenntnis über das Auftreten der einzelnen komplizierenden Verletzungen ist aber von größter Bedeutung vor allem für die Vermeidung von Spätschäden.

Immer muß beim Schienbeinkopfbruch an folgende Begleitverletzungen gedacht werden:

- a) Verletzungen der Gefäße und Nerven
- b) Kapselzerreißen
- c) Meniskusverletzungen
- d) Kreuzbandverletzungen
- e) Seitenbandverletzungen
- f) Fibulaköpfchenfraktur
- g) Weichteilverletzungen

a) Tibiakopffraktur und Verletzungen der Gefäße und Nerven
Begleitende Fibulaköpfchenfrakturen können hin und wieder den N. peroneus schädigen. JUNGHANS (64) fand eine Peroneusschädigung bei 5 % der Tibiakopfbrüche (die Zahl der berücksichtigten Fälle ist nicht bekannt). Trümmerbrüche mit scharfkantigen und spitzen Fragmenten gefährden Nerven und Gefäße am stärksten. EHALT (33) stellte bei einer Trümmerfraktur einen Riß der A. tibialis anterior und eine Verletzung der A. tibialis posterior fest. Die Zerreißung der Gefäße zwang ENDER (38) in einem von 300 Fällen zur Amputation. Unter Umständen kann der gesamte popliteale Gefäßnervenstrang durchtrennt sein. ANDREESSEN (3) weist auf mögliche Kompression der Gefäße durch ein ausgedehntes Haematom hin, das bei einem Kapseldefekt durch Kommunikation von Haemarthros und Weichteilhaematom entstehen könne. Die Zerreißung oder Schädigung der Popliteagefäße ist auch bei Luxationsfrakturen eine ernste Komplikation (BECKER (10)). Die Durchblutungsverhältnisse sind immer sofort zu überprüfen.

b) Tibiakopffraktur und Kapselzerreißung bzw.
Kapsleinriß

Verletzungen der Kniegelenkkapsel sind selten und finden sich nur unter schwersten Gewalteinwirkungen. Sie sind meist mit Trümmerfrakturen, Nerven- und Gefäßverletzungen sowie schweren Hautverletzungen kombiniert. Hier ist eine Amputation unter Umständen unvermeidbar. Seltener gibt es Kapselzerreißungen bei geschlossenen Frakturen. Typisch für den Kapseldefekt ist der Haemarthros, der mit einem Weichteilhaematom in Verbindung treten kann (SECHÉHAYE (131)).

c) Tibiakopffraktur und Meniskusverletzungen

Schon 1929 berichtete LANDOIS (82), daß die Arthrotomie bei einem Patienten mit Aussprengung im lateralen Kondylus auch einen vollständig abgerissenen lateralen Meniskus

ergab. HULTEN (57) sah bei seinen experimentell an Leichenmaterial erzeugten Schienbeinkopfbrüchen ebenfalls begleitende Meniskusverletzungen. Die Häufigkeit besonders der Abrisse des lateralen Meniskus bei lateralen Brüchen wird von vielen Autoren hervorgehoben (BECKER (10), LICHTENAUER (93), BÜRKLE DE LA CAMP (20), ZACHARIAE (151), SALEM (124) et al.). In der überwiegenden Zahl der Fälle soll es sich bei den Frakturen dann um Spaltbrüche handeln (FELSENREICH (41)), wobei der Meniskus - in den Bruchspalt verlagert - ein unüberwindbares Repositionshindernis darstellen kann (ANDREESSEN (3), VAN DER GHINST (47), JUNGHANNS (64) et al.). HOLLE und HART (56) beobachteten bei 50 % der konservativ behandelten Schienbeinkopfbrüche (von 65 Fällen) Meniskuszeichen, die dann sekundäre Gelenkrevisionen und mitunter Meniskektomien erforderlich machten. ANDREESSEN (3), der 1955 in 75 % der operierten Tibiakopffrakturen (Gesamtzahl der operierten Brüche nicht bekannt) Meniskusbeteiligung vorfand, nimmt an, daß der Gedanke an mögliche Meniskusmitverletzungen letzten Endes die Ursache der zunehmenden Operationsfreudigkeit gewesen sei. SALEM (124) nimmt zwar auch häufige Meniskusbeteiligung an, ist aber der Ansicht, daß infolge narbiger Verwachsungen nicht immer Beschwerden auftreten bzw. zurückbleiben, und daß sogar Gelenkstufen eventuell durch abgerissene oder verlagerte Menisken ausgeglichen werden können. Da die Verlagerung in den Frakturspalt die Wiederherstellung guter anatomischer Verhältnisse und damit eine befriedigende Funktion verhindern kann, muß die Meniskusbegleitverletzung doch sehr ernst genommen werden. Besonders bei Brüchen, bei denen manuelle Repositionsversuche auffallend erschwert erscheinen, sollte man an einen Meniskusriß mit Einklemmung in den klaffenden Frakturspalt denken.

d) Tibiakopffrakturen und Kreuzbandverletzungen

Ein vorderes oder hinteres Schubladenphänomen kann durch die Zerreißung der Ligamenta decussata, genau so jedoch

durch einen Ausriß derselben mit ihrer knöchernen Insertion oder durch einen Ausbruch des gesamten Interkondylengebietes verursacht sein. Die Kreuzbandrisse entstehen vornehmlich durch Zugbeanspruchung der zentralen Gelenkpartien, so z.B. beim Überstreckungsbruch (ENDER (38)). Über die Häufigkeit bestehen verschiedene Meinungen. Nicht selten treten Kreuz- und Seitenbandrisse gemeinsam auf. Wegen der Gefahr des Schlottergelenkes und der späteren Verkalkungen und Verknöcherungen an den Ansatzstellen (KNOBLAUCH (72)) sollten hier neben den routinemäßigen Untersuchungsmethoden auch Schichtaufnahmen und Kontrastmittelfüllung des Gelenkes in Betracht gezogen werden, um keinen Kreuzbandriß zu übersehen. Besonders gewissenhaft muß der Untersuchungsengang auf Kreuzbandverletzungen dann geführt werden, wenn ein Frakturspalt in der unmittelbaren Nähe des Eminentiainmassives nachgewiesen wurde.

e) Tibiakopffraktur und Seitenbandverletzungen

HULTEN (57) folgerte aus seinen Leichenversuchen, daß das Seitenband niemals auf der Seite des Bruches geschädigt sein könne: Entweder es reißt der Bandapparat oder es bricht der Knochen. SALEM (124) fand diese Ergebnisse bei seinen Experimenten bestätigt. Infolge der Entlastung der Bänder beim Einbruch des Femur in den Tibiakopf hält ZACHARIAE (151) Seitenbandverletzungen bei Schienbeinkopfbrüchen überhaupt für selten. Bemerkenswert erscheint zu dieser Frage die Studie von FORSTER und Mitarbeitern (43), die bei 62 Abduktionsfrakturen 14 Fälle von Zerreißung des Ligamentum collaterale internum und bei 9 Adduktionsbrüchen 6 Außenbandverletzungen sahen. Wenn es bei einem Tibiakondylenbruch zum Seitenbandriß kommt, scheint nach Meinung der meisten Autoren das kontralaterale Band betroffen zu sein (CAVE (24), FELSENRICH (41), ANDREESSEN (3)). Das wird damit erklärt, daß z.B. bei einem Bruch des äußeren

Kondylus mit Absinken der lateralen Gelenkfläche, und damit auch des lateralen Femurkondylus, das mediale Band plötzlich sehr stark auf Zug beansprucht wird. ENDER (37) fand bei einem Drittel seiner Abknickungsfrakturen Risse des kontralateralen Seitenbandes. Die Erkennung dieser Verletzung wird oft als schwierig bezeichnet (REHBEIN und BUSSE (122), JUNGHANNS (64)), denn eine abnorme Seitenbeweglichkeit kann auch immer durch die Fraktur selbst bedingt sein (SALEM (124)). MARTIN (100) schlägt daher folgenden Test vor: In solchen Fällen soll die Verletzung des Ligamentum collaterale tibiale durch sanften Abduktionsbelastungstest beider Knie und das Vergleichen des medialen Gelenkraumes bei dem normalen und dem verletzten Knie im Röntgenbild festgestellt werden. Gemäß diesem Test berechtige ein mehr als 1 cm großer medialer Gelenkraum zur Annahme, daß entweder ein Einriß oder eine vollständige Ruptur des Ligamentum collaterale tibiale vorliege. Infolge des Überwiegens der lateralen Kondylenfrakturen werden von den Autoren die Seitenbandverletzungen hauptsächlich am medialen Kollateralband angegeben. M. LANGE (83) fordert, bei einer manifesten Seitenbandverletzung immer nach einer Fraktur im Tibiakopfmassiv zu suchen.

f) Tibiakopfbruch und Fibulaköpfchenfraktur

Die Gefährdung des Capitulum fibulae, besonders bei Brüchen des hinteren Teiles des Condylus lateralis, wurde schon angedeutet. Das Wadenbein stützt die laterale Gelenkfläche ab. Bei den lateralen und den bikondylären Brüchen bricht das Fibulaköpfchen deshalb häufig mit ab (bei SALEM (124) bei einem Drittel von 72 Fällen). Außer bei Kompressionsbrüchen ist das Fibulaköpfchen natürlich bei direkter Gewalt von lateral her gefährdet. Bei subcapitalen Brüchen und bei Zertrümmerungen kann ebenfalls das Wadenbein betroffen sein. Wegen einer Einstauchung in den Tibiaschaft ist die Fraktur auf dem Röntgenbild manchmal nur in einer Ebene erkennbar.

g) Schienbeinkopfbruch und Weichteilverletzungen

Bei Zertrümmerungen können die Weichteile sehr stark geschädigt sein. An Verkehrsverletzten mit offenen Tibiakopfbrüchen werden schwerste Haut- und Muskelmantelzerstörungen beobachtet. Die Infektionsgefahr ist hier groß, besonders natürlich bei gleichzeitiger Eröffnung der Gelenkhöhle. Auf Weichteilverletzungen muß bei allen Repositionsmaßnahmen Rücksicht genommen werden, damit das schon geschädigte Gewebe nicht noch zusätzlich traumatisiert wird.

IX. Allgemeine Behandlungsrichtlinien

Selbstverständlich ist das Behandlungsziel die Wiederherstellung der statischen, funktionellen und anatomischen Verhältnisse, wie sie vor den Verletzungen vorlagen.

a) Statische Wiederherstellung

Valgus- und Varusabknickungen beeinträchtigen nach Konsolidierung der Fraktur nicht nur die Standfestigkeit des ganzen Beines, sie führen auch infolge der Fehlbelastung einzelner Knorpelbezirke zu einer Überlastung und damit häufig zu arthrotischen Veränderungen (EHLERT (35), DAUBENSPECK (28)). Die achsengerechte Frakturstellung liegt also besonders im Interesse eines guten Spätergebnisses. Die Wiederherstellung der Gelenkfläche ist nicht immer vollkommen möglich, wohl aber die der Achse. Die statische Sicherheit wird durch ein Schlotterknie mit großer Seitennachgiebigkeit herabgesetzt. Freilich kann das Schlottergelenk nicht nur durch Deformierung der Gelenkfläche, sondern ebenso durch Lockerung der Seiten- bzw. Kreuzbänder entstehen. Das Schubladenphaenomen tritt außer bei isolierten Kreuzbandrissen auch bei Mitfrakturierung oder isolierten Brüchen des Kreuzbandhöckermassives auf und beeinträchtigt die Gelenkstabilität.

b) Funktionelle Wiederherstellung

Nach der Statik ist die Wiederherstellung der Funktion des Kniegelenkes das Ziel der Behandlung. Das volle Streckvermögen ist hierbei wichtiger als starke Beugung (REHBEIN (122), ENDER (38), SALEM (134) et al.), um einen normalen Gang zu gewährleisten. ENDER (38) weist darauf hin, daß es Gelenkabschnitte gibt, die für Statik und Funktion weniger bedeutend sind - wie z.B. der vorderste Gelenkrand -, da diese nur bei Extremstellungen des Gelenkes beansprucht werden. Ihre anatomische Wiederherstellung ist nicht unbedingt erforderlich.

c) Anatomische Wiederherstellung

Der anatomische Befund ist für das statische und funktionelle Ergebnis wesentlich, so daß im Mittelpunkt der Behandlung des frischen Bruches die Reposition dislozierter Knochenteile steht. BÖHLER (15) und ANDREESSEN (3) halten eine möglichst frühzeitige Reposition für notwendig, besonders bei konservativen Methoden, da die Fragmente sehr rasch verkleben. Bei Bestehenbleiben klaffender Frakturspalten kann durch die eindringende Synovialflüssigkeit die endostale Callusbildung beeinträchtigt werden (JUNGHANNS (64)). Exaktere Einrichtungsmöglichkeiten bietet die blutige Behandlung; eine genaue Einstellung verschobener Frakturen wird daher meist von jenen Chirurgen verlangt, die in der Frakturenbehandlung dem aktiven Vorgehen den Vorzug geben. Die Beseitigung von Gelenkstufen verhindert vor allem Knorpelschädigungen und vermindert damit die Gefahr einer sekundären Arthrosis deformans. Es ist allerdings festzustellen, daß die klinische Funktion des Gelenkes und der Röntgenbefund nicht immer übereinstimmen. Mit anderen Worten: Die funktionelle Leistung des Gelenkes ist nicht unbedingt vom Grad der röntgenologisch erfaßbaren anatomischen Veränderungen abhängig. Nach EHLERT (35) und anderen Autoren können geringe Gelenkstufen (bis 5 mm Tiefe) vernachlässigt werden. Trotzdem ist auch bei der konservativen Behandlung die möglichst vollständige Wiederherstellung der Anatomie und zuverlässige Fixierung der reponierten Fragmente anzustreben.

An den meisten Kliniken wird heute zuerst auf unblutigem Wege die Reposition versucht und erst nach einem Versagen konservativer Mittel operiert. Außer der Schwere des Bruches spielen für die Wahl der Behandlung Alter, Allgemeinzustand des Patienten und der Befund des Gelenkes vor der Verletzung (z.B. schon vorhandene arthrotische Veränderungen) eine große Rolle. Im Hinblick auf das Alter des Verletzten sollte immer die bei einer Behandlungsmethode notwendige Dauer der Ruhigstellung mitbeachtet werden. Genaue Erhebung des Allgemeinbefundes und eine gewissenhafte klinische Beobachtung sind vor allem wegen des nicht so seltenen Auftretens von Schockzuständen und Fettembolien notwendig. Den häufigen Begleitverletzungen, besonders Bänder- und Meniskusläsionen, muß bei allen therapeutischen Maßnahmen Rechnung getragen werden. Keinesfalls darf man die Überprüfung der Durchblutungsverhältnisse und der nervösen Versorgung des verletzten Beines unterlassen. Fast alle Chirurgen treten bei dem Vorliegen eines Haemarthros für eine sofortige Gelenkpunktion ein, die gegebenenfalls bei Nachlaufen des Ergusses wiederholt werden muß. Bei offenen Verletzungen gelten die allgemeinen Richtlinien der Wundversorgung.

X. Konservative Behandlung

Bei vielen Tibiakopfbrüchen ist die Reposition manuell zu erreichen (KAPPIS (66), KOCH (74), VON SEEMEN (132), CORNELL und HARDY (27), SALEM (124)). Ohne örtliche oder allgemeine Betäubung kann die Reposition nicht durchgeführt werden. Bei Fragmentverlagerung nach distal oder proximal gelingt die Einrichtung häufig durch Zug am Fersenbein (Draht- oder Klammerzug) und Gegenzug am Becken. Insbesondere bei monokondylären Spaltbrüchen bewirkt der Zug am

Seitenband, welches am abgespaltenen Fragment ansetzt, eine gute Reposition (BÜRKLE DE LA CAMP (2), HARTMANN (51), JUNGHANNS (64)). Der am Bandapparat durch An- und Abspreizung ausgeübte Zug gibt gleichzeitig bei traumatischer Achsenabknickung die Möglichkeit einer Überkorrektur, so z.B. bei einem lateralen Spaltbruch eine Varusstellung. Diese Überkorrektur, die den frakturierten Kondylus entlastet, muß bei der Fixierung erhalten bleiben (KNOBLAUCH (72), MERLE D'AUBIGNE (103)). Wird die seitliche Kompression mit gleichzeitigem Extensionszug kombiniert, so können die Bruchflächen oft gut aneinandergelegt werden. HOLLE und HART (56) schlagen eine seitliche Kompression bei gleichzeitiger varisierender oder valgusierender Drahtextension vor. - Falls ein manueller Seitendruck auf den Schienbeinkopf erfolgt ist, findet eine große Zahl spezieller Vorrichtungen Verwendung: Zwingen nach HULTEN, SCHULTZE, BÖHLER, SYLER, PHELES-GOCHT, LAMBOTTE, THOMAS, der Pelottenapparat von EBNER, der Kompressionsapparat von HUBMANN. PAYR (113) hielt zur Reposition eine Schmerzklammer für sehr geeignet, falls die Fragmente nicht untereinander verhakt oder verzahnt waren. Wegen der Gefahr von Weichteilschädigung oder sogar Peroneusverletzung darf man solche Zwinggeräte nur kurzfristig anwenden (BÜRKLE DE LA CAMP (20), BECKER (11), KNOBLAUCH (72)). Bei schon bestehenden Weichteilschäden sind sie kontraindiziert. Um ein erneutes Auseinanderweichen der aneinandergepreßten Fragmente zu verhüten, wird von manchen Chirurgen eine seitliche Kompression für längere Dauer beibehalten. KLAPP (71) fügte an den seitlich gepolsterten Gips einen Quengel an, nachdem der Gipsverband aufgeschnitten worden war. HELFERICH (52) preßte durch zwei seitlich angelegte, dick gepolsterte Brettchen, die in gleicher Höhe stehenden Fragmente mit einer eng angelegten elastischen Binde aufeinander.

Erscheint nach Röntgenkontrollaufnahmen die Reposition

gelingen, so ist die Art der Ruhigstellung zu entscheiden. MAGNUS (98) lagerte das Bein in einer bis zur Oberschenkelmitte reichenden Steigbügelschiene, wobei ein zirkulärer Gips im Kniegelenkbereich noch eingebaut war. Bei schweren Frakturen mit Hautschäden wurde aber eine permanente Drahtextension (bei Lagerung in der Steigbügelschiene) bevorzugt. KOCH (74) stellt die Schienbeinkopfbrüche auf einer Schiene oder in Gips (jeweils für 2 - 4 Wochen) ruhig. MITCHELL (105) verwendet eine seitliche Rinnenschiene aus Metall, die durch Unterpolsterung den frakturierten Kondylus entlastet. Nach 5 - 6 Wochen darf der Patient mit einem entlastenden Gelenkapparat aufstehen, der das Kniegelenk weiter in Varus oder Valgus zwingt.

In letzter Zeit gewinnt die Extensionsbehandlung immer mehr Anhänger. Die Ruhigstellung in Drahtextension wird vor allem für unverschobene und nicht eingedellte Brüche empfohlen, um eine frühzeitige Wiederherstellung der Beweglichkeit durch aktive Bewegungsbehandlung zu erreichen (ANDREESSEN (3)). Meist wird ein KIRSCHNER-Draht am Calcaneus oder auch am distalen Tibiaende (TURNER (139)) benutzt. Die Drahtextension wird entweder für die gesamte Dauer der Ruhigstellung beibehalten (ANDREESSEN (3), VAN DER GHINST (47), JUNGHANNS (64)) oder nach Abschwelung des Kniegelenkes ein Gipsverband zusätzlich angelegt. So legt LEMBCKE (89) eine Dauerextension am Fersenbein für 6 - 8 Wochen an und für die gleiche Zeit einen Oberschenkelgips bei leicht gebeugtem Knie; anschließend führt er bis zur 12. Behandlungswoche aktive Bewegungsübungen in Dauerextension durch.

Häufig wird die Extension zusammen mit einer seitlichen Kompression für wenige Tage angewandt, und anschließend wird ein Gipsverband für mehrere Wochen angelegt (SALEM (124)). WEYAND (145), der entweder eine Fersenhüllendrahtextension oder eine Ruhigstellung in Gips durch-

führt, warnt vor einer Kombination Drahtextension - Gipsverband, da eine zu lange Ruhigstellung eine Knochenatrophie herbeiführen kann. Daß die Extension die Konsolidierung durch ein Auseinanderziehen der Fragmente verzögern könne, gibt MERLE D'AUBIGNE (103) zu bedenken und rät daher nur eine kurzfristige Anwendung an.

Eine Ruhigstellung in Gipsverband nach gelungener Reposition wird vor allem von SALEM (124) empfohlen, der im Gipsverband schon 3 - 5 Wochen nach Behandlungsbeginn belastet. Zweifelsohne läßt sich mit einem gut angelegten zirkulären Gips die Überkorrektur einer Achsenabknickung zuverlässig fixieren. Der Mehrzahl der Autoren genügt 4 - 6 Wochen Ruhigstellung in Gips mit anschließender Bewegungsbehandlung.

Die einzelnen Behandlungsmaßnahmen müssen sich freilich nach dem jeweiligen Frakturtyp und dem Grad der knöchernen Konsolidierung richten.

Spaltbrüche

Sie scheinen für die konservative Behandlung am meisten geeignet zu sein. Das abgerutschte Fragment kann durch Zugwirkung am fast immer erhaltenen Seitenband meist ausreichend reponiert werden. Die Beinachse wird dann in entsprechende Überkorrektur gestellt, falls eine Achsenabknickung vorhanden ist. Kann der abgesprengte Kondylenteil durch seitlich ausgeübten Druck nicht an den Tibiakopf angepreßt werden, so muß an Interposition kleiner Knochenteile oder häufiger an eine Einklemmung des abgerissenen Meniskus in den Frakturspalt gedacht werden (BECKER (10), VAN DER GHINST (47), BRADFORD (18), FELSENREICH (41)).

Kompressionsbrüche

Mit unblutigen Maßnahmen läßt sich dieser Frakturtyp oft nicht befriedigend reponieren. Bei schweren Kompressionen des spongiösen Knochens ist die Beseitigung der Verbreiterung des Tibiakopfes häufig in Frage gestellt. Sehr wichtig ist hier eine lange ununterbrochene Entlastung des Kondylus, dessen Fläche abgesunken ist. Bei schweren lateralen Depressionen legt SALEM (124) einen Gipsverband in Varusstellung an. LEMBCKE (83) schlägt die Entlastung der verletzten Gelenkfläche mittels gut dosierter Dauerextension vor, die den Muskelzug ausgleichen soll.

Bikondyläre Brüche

Eine sehr starke Zugwirkung ist für die Einrichtung der bikondylären Frakturen erforderlich, da besonders bei den Y- und V-förmigen Brüchen der Tibiaschaft oft zwischen die Kondylen eingekellt ist. Es wird ein sehr starker Dauerzug durch Drahtextension oder Schraubenzug (ANDRESEN (3)) empfohlen, in dem nach 6 Wochen mit Bewegungsübungen begonnen werden soll. Auch die Überstreckungs- und Abscherbrüche können fast immer konservativ versorgt werden. Ante- oder Rekurvation der abgekippten Gelenkfläche muß gewissenhaft beseitigt werden. Bei Überstreckungsbrüchen mit Rekurvation der Tibiagelenkfläche reponiert ENDER (38) durch starke Beugung über ein Hypomochlion. Die Fixation soll dann in Beugstellung erfolgen, wobei der Grad der Beugung von der Größe der primären Überstreckung abhängig gemacht wird. Nach 6 Wochen darf nach und nach durchgestreckt werden. Die "hinteren Abscherfrakturen" mit Antekurvation werden von ENDER (38) durch Überstreckung des Kniegelenkes unter Zug (Schraubenzug) eingerichtet. Die Ruhigstellung soll hier im kombinierten Dauerzug-Oberschenkelgipsverband für 6 Wochen vorgenommen werden. Die Gefahr einer neuerlichen

Verschiebung der frakturierten Gelenkfläche darf allerdings nicht unterschätzt werden.

Trümmerbrüche

Hier wird eine operative Behandlung von der Mehrzahl der Chirurgen abgelehnt (PALMER (111), IVANOVA (61)). Es sind sehr verschiedene Frakturbilder möglich. Komplizierte Brüche und solche mit einer Vielzahl von Fragmenten sollen vor allem unblutig behandelt werden. HOLLE und HART (56) behandeln Trümmerfrakturen mit mehr als 3 Fragmenten stets konservativ. Ein anatomisch ideales Resultat ist häufig nicht zu erreichen. BHALT (33) richtet diesen Frakturtyp unter Zug im Schraubenzugapparat ein und legt dann für 6 - 7 Wochen einen Gipsverband an. Ähnlich geht M. LANGE (83) bei konservativer Behandlung vor, er empfiehlt bei sehr schweren Zertrümmerungen aber eine Operation mit Verschraubung. Bei gleichzeitiger Einstauchung wird ein Dauerezug im Gipsverband ausgeübt. Bei offenen Brüchen sind eine sorgfältige Wundausschneidung und die frühzeitige Bekämpfung von Infektionen wichtig. Eine seitliche Kompression der Fragmente ist hier oft zwecklos (KNOBLAUCH (72)) und schon wegen der häufig gleichzeitig bestehenden Weichteilverletzungen abzuraten.

Subcapitale Brüche

Soweit keine unmittelbare Gelenkbeteiligung vorliegt, gelten hier die Behandlungsrichtlinien der Unterschenkelschaftbrüche. Reichen Frakturlinien in die Gelenkfläche, so kann der Typ der mono- oder bikondylären Spaltfraktur auftreten.

Eminentibrüche

Die Wahl der Therapie wird in den meisten Kliniken vom Grad der Dislokation abhängig gemacht (genaueste Röntgendiagnostik). BECKER (12) stellt 5 Wochen auf einer Schiene ruhig. Die Fixierung soll immer in Streckstellung vorgenom-

men werden, und, falls die volle Streckung nicht erreicht werden kann, soll eine operative Befestigung des dislozierten Eminentiamassives erfolgen (JONASCH (63), FURLONG (45)). Auf Längsextension muß wegen des Zuges der Kreuzbänder an der Höckerplatte, der dadurch verstärkt würde, verzichtet werden (KLAPP (71)). Liegt nur eine Mitfrakturierung der Eminentia bei einem anderen Bruchtyp vor, so führt die Behandlung der vorherrschenden Frakturform meist zu einer guten Konsolidierung des Eminentiabruches.

Brüche der Tuberositas tibiae

Diese Ausrißbrüche werden äußerst selten beobachtet. Meist erstreckt sich ein starker Erguß bis in das Gelenk und macht wiederholte Punktionen erforderlich. Falls keine stärkere Dislokation vorliegt, genügt einfache Ruhigstellung für 4 - 5 Wochen in einer Gipshülle (WILL (146), SCHÖNBAUER (128), VACIRCA (141)). Da aber das Ligamentum patellae einen sehr kräftigen Zug an der Tuberositas ausübt, wird diese oft erheblich verlagert; besonders der distale Rand wird von der Tibia weggezogen. Eine dauerhafte Reposition ist dann nur durch operative Fixierung des Fragmentes zu erreichen (WILL (146), SCHÖNBAUER (128), UNGLAUBE (140)).

XI. Operative Behandlung

Trotz der großen Zahl der im Schrifttum empfohlenen operativen Behandlungsmethoden werden an manchen Kliniken nur wenige Schienbeinkopfbrüche blutig versorgt. Die Infektionsgefahr bei einem chirurgischen Eingriff mag hierfür hauptverantwortlich sein, die ja gerade am Knochen trotz Antibiotica keineswegs unterschätzt werden kann. LEMBCKE (89) sah immerhin bei einem Drittel der operativ versorgten Brüche schwere Wundinfektionen. Von den meisten Autoren wird zwar eine weit niedrigere Infektionsquote angegeben,

im Hinblick auf das immerhin vorhandene Risiko sollte man sich jedoch nur in den Fällen zu einem operativen Eingriff entschließen, bei denen auf unblutigem Wege eine zufriedenstellende Einrichtung nicht möglich erscheint (BÜRKLE DE LA CAMP (20), HELFERICH (52), PAYR (113), BECKER (10), LICHTENAUER (93)). Beim Vergleich operativ und konservativ versorgter Schienbeinkopfbrüche werden teilweise die Spätergebnisse der konservativen Behandlung eindeutig für erfolgreicher gehalten (SLEE (134), BALLERIO (7)). Hierbei muß natürlich bedacht werden, daß eben die schwereren Frakturen oft blutig reponiert werden, leichtere Bruchformen aber unblutig versorgt werden können. - Die konservativen Behandlungsmaßnahmen bleiben hauptsächlich dann erfolglos, wenn:

- a) bei Spaltbrüchen Knochenteile oder der abgerissene Meniskus in den Bruchspalt interponiert sind und somit ein Aneinanderlegen der Frakturflächen verhindern,
- b) bei Kompressionsbrüchen die Spongiosa in sich zusammengestaucht ist, so daß die eingesunkene Gelenkfläche nicht gehoben werden kann.

Ad a): Die Einklemmung des Meniskus in den Bruchspalt wird sehr häufig bei operierten Brüchen festgestellt (BECKER (10), FELSENBREICH (41), HOFFMANN (53), VAN DER GHINST (47)). ANDREESSEN (3) fand 1955 bei 75 % der Operationsbefunde Meniskusrisse, HOLLE und HART (55) stellten spätere Meniskuszeichen in 50 % der konservativ behandelten Fälle fest (unter 65 Fällen). SALEM (124) glaubt, daß Gelenkstufen durch abgerissene oder verlagerte Menisken ausgeglichen werden können und der Meniskusverletzung daher keine entscheidende Bedeutung beizumessen sei. Entscheidend erscheint für die Versorgung der frischen Frakturen nicht so sehr die Mitverletzung des Meniskus ohne besondere Ver-

lagerung (deren Symptome anfangs häufig vom klinischen Bild der Fraktur überdeckt sind (ANDREESSEN (3))), sondern die Möglichkeit der Meniskuseinklemmung, die eine bleibende Dislokation verursacht.

Eine Revision des Bruchspaltes kann auch wegen Verhakung, Verzahnung und Verlagerung von Fragmenten erforderlich sein, falls nicht eine starke Zertrümmerung die Wiederherstellung guter anatomischer Verhältnisse in jedem Fall hoffnungslos erscheinen läßt. Nach Kapselzerreißen werden auch Interposition von Muskelfasern und Bindegewebe in den Bruchspalt nicht selten zum Repositionshindernis.

Ad b): Bei den schalenförmigen Kompressionsbrüchen ist eine einwandfreie Wiederherstellung der Gelenkfläche nur durch operative Maßnahmen möglich (HULTEN (58), BÜRKLE DE LA CAMP (21), LEHMANN (87), HOFFMANN (53), PALMER (111), ANDREESSEN (3)). Bleibt die Bindellung bestehen, so ist das Absinken des der frakturierten Gelenkfläche gegenüberstehenden (meist des lateralen) Femurkondylus und damit eine Fehlstellung der Beinachse zu erwarten. Nur flache Kompressionen (bei KNOBLAUCH (72) bis zu 4 mm Tiefe) können ohne Operation ausreichend versorgt werden.

Die unter a) und b) angegebenen Frakturbilder werden von ANDREESSEN (3) als "a b s o l u t e I n d i k a t i o n" für eine blutige Reposition betrachtet. Dem stellt ANDREESSEN (3) die "r e l a t i v e I n d i k a t i o n" gegenüber, die darin gesehen wird, durch eine operative Fixation der Bruchstücke eine möglichst schnelle Wiederherstellung der Gelenkbeweglichkeit zu erreichen, weil dann auf eine Ruhigstellung im Gipsverband verzichtet werden könne. Eine frühzeitige Wiederherstellung der Funktion durch eine stabile Osteosynthese - meist mittels Verschraubung - wird von mehreren Autoren berichtet (WITT (148), PRIMO (120), KRULL (76)). Die Verklebung der Fragmente wird durch das

festen Aufeinanderpressen früher erreicht (WITT (148)). ANDREESSEN (3) verschraubt bei der "relativen Indikation" nach gelungener Einrichtung ohne Revision der Gelenkfläche und des Bruchspaltes.

Die heute üblichen Operationsverfahren lassen sich in 3 Gruppen (nach MERLE D'AUBIGNÉ (103)) einordnen:

- 1) Die Osteosynthese ohne Arthrotomie
- 2) Die Osteosynthese mit Arthrotomie
- 3) Die Tibia - Osteotomie unterhalb des Kniegelenkes

Osteosynthese-Verfahren

Früher erfolgte die Osteosynthese am Tibiakopf großenteils



Abb.11: Laterale Kompressionsfraktur und Osteosynthese mit Spongiaschraube (aus WELER und KÖHNLEIN (144) "Die Traumatologie des Kniegelenks", 1962 (von Prof. WILLENEGGER, Liestal / Schweiz zur Verfügung gestellt))

mit Nägeln (z.B. U-Nagel von LEXER (91)), Holz- und Metallschrauben, die abgespaltene Fragmente am Tibiakopf befestigen (HINZ (82), BECKER (11), HELFERICH (52), BÖHLER (15)), oder die komprimierte Gelenkfläche nach dem Anheben unterstützen sollten (KAPPIS (66)). Außer Metall fanden früher Knochenpfröpfe, Holz und Elfenbein Verwendung. KAPPIS (66) legte bei Spaltbrüchen Drahtnähte, erkannte aber schon den Vorteil höherer Stabilität bei durchgehenden Metallschrauben. Eine durch beide Kondylen verlaufende Nagelung führt SGROSSO (133) mit dem

STEINMANN-Nagel durch. KEMKES (69) legt KIRSCHNER-Drähte durch den Schienbeinkopf, wobei ein Draht auf der medialen, der andere auf der lateralen Seite bajonettförmig abgknickt wird, während an den anderen Drahtenden mit dem KIRSCHNER-Bügel eine Spannung ausgeübt wird. Durch zwei Bohrkanäle wurde der Draht auch schlaufenförmig durch den Tibiakopf gezogen (LANDELIUS (81), PAYR (113), LICHTENAUER (93), FELSENBREICH (42)). Nach fester Verknüpfung der Drahtenden sollen hierbei die Bruchstücke fest verankert sein, besonders wenn der Draht sehr gelenknah geführt wird. Ein festes Aneinanderpressen der Fragmente wird bei Einschlagen der Nägel und Schrauben von einer Seite nicht zuverlässig erreicht (WASSNER (143), KNOBLAUCH (72)). Infolge von Resorptionsvorgängen in der Umgebung des Fremdkörpers muß mit einer Verlagerung (z.B. Absinken des Schraubenendes in dem spongiösen Knochen) gerechnet werden. Die 1938 von ANDREESSEN (2) und 1944 von SCHÜRCH-ACKERMANN (129) publizierte durchgehende Doppelgewindeschraube hat daher viele Anhänger gefunden (siehe Abb. 13). Der beiderseits verschraubbare Gewindebolzen kann in jeder Richtung durch die Bruchstücke geführt werden. Die Verankerung des Fremdkörpers erfolgt hier über die Muttern medial und lateral in der Corticalis der Kondylen und nicht in der nachgiebigen Spongiosa. REHBELN und BUSSE (122) entwickelten eine modifizierte Zwinge, die die quere Verschraubung nach gelungener Seitenkompression durch die Zwingenbacken hindurch ermöglicht. Ähnlich dieser "metallischen Osteosynthese mit Verschraubung" (ANDREESSEN (3), BÜRKLE DE LA CAMP (21), FRIES und WILLENEGGER (44), HARTMANN (51), HOFFMANN (53), KNOBLAUCH (72), KRULL (76), LANGE (83), REHBELN und BUSSE (122), SCHÜRCH und ACKERMANN (129), WITT (148)) funktioniert die von IVANOVA (61) empfohlene Bolzung oder Quernagelung, die ebenfalls Verschraubung von beiden Seiten vorsieht.

Einen anderen Weg schlägt MAATZ (95) ein, der eine weiche Verankerung mit einer Federschraube beschreibt. Lockerungen und Verlagerungen von Schrauben sollen auch hierbei

völlig verhindert werden und durch das federnde Schraubengewinde kallusbildende und kallusformgebende mechanische Kräfte ausgeübt werden. MAATZ (96) und LENTZ (88) räumen allerdings ein, daß, obwohl der Schraubenanker in der Gesamtlänge eines Drahtes in der Spongiosa Halt finde, nur eine "relative Stabilität" erreicht sei. Die "Federosteosynthese" (MAATZ (96)) soll auch durch die Drahtquerzüge von KEMKES (69), den S-förmig geschwungenen federnden Draht von SPIEGELMAN (135) und durch KÜNTSCHERS (79) Spreizfeder gewährleistet

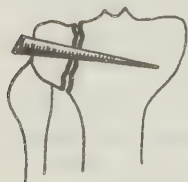


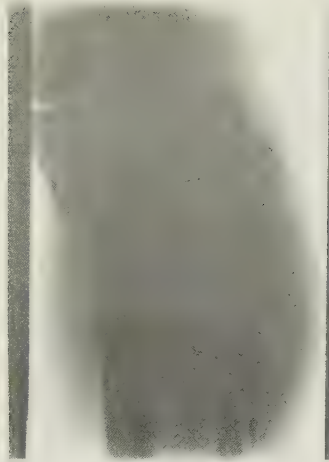
Abb.12: Nagelung einer lateralen Spaltfraktur mit dem Kantkeilnagel nach HOLLE (55)

sein. Die Kantkeilnägels von HOLLE und HART (56) (drei- und vierkantig) werden wie die einfachen Nägel seitlich in den Tibiakopf eingetrieben, durch die "Keilhemmung" wird aber eine gute Retention in der Spongiosa angenommen (siehe Abb. 12). Eine Rotation des Fragmentes um den Nagel wird nicht für möglich gehalten.

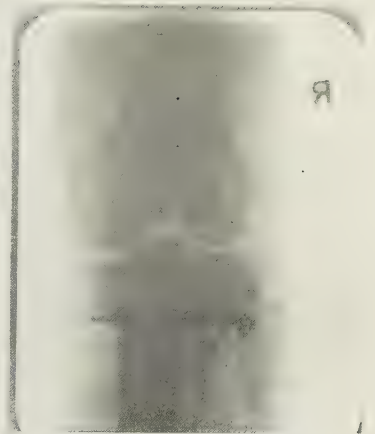
KÜNTSCHER (78) hält bei Kompressionsbrüchen die Einführung einer gespreizten Blattfeder zur Anhebung

des abgesunkenen Gelenkniveaus für günstig. Sehr interessant sind die Erfahrungen von KÜNTSCHER (78) mit einer Ruhigstellung durch Arthrodesen. Sie wird erreicht, indem man einen 65 cm langen Marknagel vom Trochanter major aus bis zur Tibia durchschlägt. Bei alten Patienten wird hierdurch ein sehr frühes Aufstehen ermöglicht, ohne daß die Durchnagelung des Gelenkes eine Versteifung verursacht. Die Nagelarthrodesen wirken nur funktionell, während zu einer dauerhaften Arthrodesen zusätzlich die KIRSCHNER'sche Aufsplitterung vorgenommen werden müßte (KÜNTSCHER (78)).

Neben der ANDREESSEN-Schraube werden auch häufig die Schrauben nach PUTTI und nach MATTI (siehe Abb. 14) und die Schraube von BARR verwendet.



a)



b)

Abb.13: a) Trümmerbruch mit sehr starker Fragment-Diastase, und zweifache Schrägfraktur im proximalen Fibuladrittel. Aufnahmebefund am 16.1.1960. b) nach Lagerung in Calcaneus-Drahtextension am 21.1.1960 Osteosynthese mit der Doppelgewindeschraube nach ANDREESEN.



a)



b)

Abb. 14: Lateraler Spaltbruch. Nach Gelenkeröffnung und Reposition Osteosynthese mit der MATTI-Schraube und einer weiteren Schraube (Vermeidung axialer Drehung des Fragmentes. a) a.-p.-Aufnahme b) seitliche Aufnahme

Selbstverständlich muß bei allen heute üblichen Metallfremdkörpern rostfreier Edelstahl verwendet werden. Die früher für Schrauben und Drähte teilweise benutzten Stahlliegierungen verursachten infolge von elektrischen Spannungsgefällen Gewebszerstörungen an Weichteilen und Knochen (M. LANGE (83)), so daß oft eine vorzeitige Entfernung der Metallkörper unumgänglich wurde. Bei den verschiedenen angeführten Osteosynthese-Verfahren unterscheidet ANDREESEN (3) solche, die eine stabile Osteosynthese bewirken und andere, bei denen nur eine unstable Osteosynthese erreicht wird. Wenn hier eine generelle Unterscheidung auch problematisch erscheint, so kann doch angenommen werden, daß eine gute Fixierung des Fragmentes und eine ausreichende Abstützung der wieder angehobenen Gelenkfläche immer dann erreicht wird, wenn der fixierende Fremdkörper außerhalb der weichen Spongiosa in der Corticalis verankert werden kann.

Die metallischen Fremdkörper können nach ausreichender Konsolidierung entfernt werden. ANDREESEN (3) hält diesen Zeitpunkt nach 8 - 10 Wochen für gegeben, also noch vor dem Einsetzen der Belastung. KNOBLAUCH (72) beläßt Doppelgewindeschrauben ungefähr 8 Wochen. Bei BIANCHI-MAIOCCHI (13) wird die Entfernung der BARR'schen Schraube nach 6 Monaten vorgenommen.

Osteosynthese ohne Arthrotomie

Es wird durch kleine Einschnitte am Tibiakopf extraartikulär die Fixierung der Fragmente vorgenommen. Die Reposition erfolgt meist durch Zug und Gegenzug. Die Hochhebung abgescherter und verlagelter Bruchteile kann mit einer Ahle (KAPPIS (66)) oder einem Hebeinstrument (z.B. dem bajonettförmigen Heber von BARBA-INCLAN (8)) oder auch mittels eines von unten eingeschlagenen STEINMANN-Nagels vorgenommen werden. BÖHLER (15) schlägt häufig zwei Nägel gleich-

zeitig ein, damit beim Anheben das Metall nicht so stark in die Spongiosa einschneidet. Bei manchen Verfahren ist die Korrektur der Frakturstellung während der Fixation durch Hebelung des aufgespießten Bruchstückes noch möglich (z.B. bei REHBEIN (122) durch entsprechende Handhabung des Führungsbügels während der Verschraubung). ANDREESSEN (3) verschraubt hauptsächlich leichtere Spaltbrüche extra-artikulär, um eine Frühmobilisation zu erreichen ("relative Indikation"). Da man ohne Revision der Gelenkfläche, sozusagen "blind" (MERLE D'AUBIGNE (103)) arbeitet, besteht immer die Gefahr, Binnenschäden, besonders Meniskusverletzungen, zu übersehen (BÜRKLE DE LA CAMP (20)). Daher soll die Osteosynthese ohne Gelenkeröffnung nur bei Spaltbrüchen angewandt werden, die sich gut einstellen lassen, so daß kein Verdacht auf Interposition verletzter Weichteile besteht (ANDREESSEN (3)). Bei Kompressions- und Trümmerbrüchen ist ohne Einsichtnahme in das Gelenk keine exakte Wiederherstellung der Gelenkfläche möglich.

Osteosynthese mit Arthrotomie

Zur Eröffnung des Kniegelenkes werden der TEXTOR-Schnitt oder ähnliche Schnittführungen angegeben, die einen breiten Zugang und guten Einblick auf die Gelenkfläche gewähren, so daß Richtigstellung der Bruchstücke, genaue Revision des Bruchspaltes und besonders Versorgung eines mitverletzten Meniskus gut möglich sind (siehe Abb. 15). Kapsel- und Bänderisse werden häufig erst bei der Einsichtnahme in das Gelenk erkannt. Eventuell können Knochenspäne aus der vorderen Tibiakante, der Spina iliaca oder evtl. aus den Rippen (PIQUE (117)) zur Auffüllung von Knochendefekten entnommen werden. Nach der Osteosynthese kann das Repositionsergebnis überprüft werden, ehe der sorgfältige Gelenkverschluß erfolgt. Die Gelenkkapsel muß straff versorgt werden (ANDREESSEN (3)). Eine Frühmobilisation ist hier im allgemeinen nicht vertretbar, wenngleich die Dauer

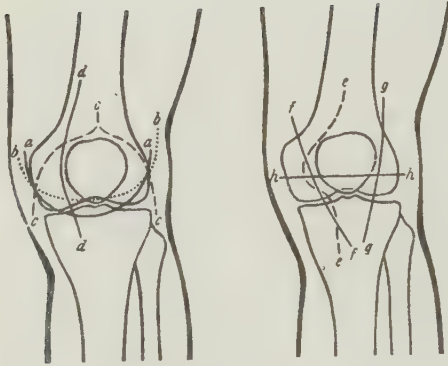


Abb. 15: Schnittführungen bei Operationen am Kniegelenk.

a) Caudaler U-Schnitt nach TEXTOR, b) transpatellarer Bogenschnitt nach VOLKMANN und ALGLAVE, c) cranialer U-Schnitt nach HAHN mit medianer Verlängerung nach PUTTI, d) parapatellar medialer Schnitt nach LANGENBECK, e) parapatellarer medialer Schnitt nach PAYR, f) medialer Schrägschnitt nach ERKES, g) lateraler Bogenschnitt nach KOCHER, h) transpatellarer Schnitt (aus WELLER und KÖHNLEIN (144): "Die Traumatologie des Kniegelenks" (1962)).

der Ruhigstellung des Gelenkes im Gipsverband nach der Operation auch auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden soll (BECKER (11)).

Ebenso wie bei Osteosynthese ohne Arthrotomie können die metallischen Fremdkörper auch nach Gelenkeröffnung sofort entfernt werden, wenn eine genügende Konsolidierung des Bruches vorliegt; sie können aber auch ohne Gefahr über viele Monate belassen werden.

Tibiaosteotomie unterhalb des Kniegelenkes

Für die Einfeldbrüche sind Eingriffe entwickelt worden, die die Anhebung der eingedrückten Gelenkfläche von unten her und dann eine Abstützung des gehobenen Gebietes durch Unterfütterung mit Knochenmaterial zum Ziel haben. - Bei den zentralen Depressionen wird nach HULTEN (58) das Gelenk seitlich unterhalb des Meniskus freigelegt, indem unter Schonung des Bandapparates die Gelenkkapselteile abgeschoben werden. 1 - 2 cm unterhalb des Gelenkspaltes wird dann der Tibiakopf aufgemeißelt und der abgesunkene zentrale Gelenkabschnitt mit einem Knochenkeil hochgehoben. Unter die hochgehebelte Partie wird von der Meißel-

stelle aus ein Knochenspan eingepflanzt. Dieser Eingriff kann an der frischen Fraktur vorgenommen werden, HULTEN (58) hält es aber für günstiger, abzuwarten, bis die Fragmente untereinander schon Verbindung bekommen haben. Bei der Frühoperation wird eine Belastbarkeit nicht vor 6 - 8 Wochen erreicht, während bei der Spätoperation im Gipsverband schon nach 2 Wochen belastet werden kann.

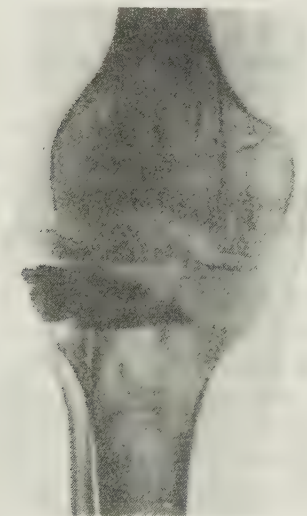


Abb. 16: Schlottergelenk mit Genu valgum, Stellung bei Belastung. Die äußere Gelenkhälfte ist nach querm Einmeißeln unterhalb des Kapselansatzes durch Eintreiben mehrerer Knochenkeile aus der Tibia corticalis gehoben. 17 Wochen nach der Operation (aus LEXER (91): "Die gesamte Wiederherstellungschirurgie" (1931)).

LEXER (91) empfahl zur Beseitigung der Tibia recurvata und des Schlotterkniegelenkes, besonders bei den Kompressionsbrüchen, die gesamte laterale oder mediale Gelenkfläche anzuheben (siehe Abb. 16). Nach vorherigem Einmeißeln seitlich in die Spongiosa werden mosaikartig keilförmige Knochenstückchen unter die angehobene Gelenkplatte eingetrieben, so daß diese einen festen Halt bekommt. Gleichzeitig soll eine normale Spannung des Bandapparates wieder erreicht werden. Diese Osteotomie kann unter breiter Gelenkeröffnung

mit dem TEXTOR-Schnitt gut ausgeführt werden. Sowohl bei frischen Frakturen als auch bei älteren, ungünstig verheilten Tibiakopfbrüchen werden sehr gute Ergebnisse beschrieben (PEREY (114), KNOBLAUCH (72), ANDREESEN (3), ZACHARIAE (161) et al.). Als Material für die Binkeilung soll nur

frischer Knochen verwendet werden. Nach LEXER (92) wird das transplantierte Material in der spongiösen Epiphysenmasse allmählich zu Spongiosa umgebaut, bleibt dabei aber belastungsfähig, so daß kein erneutes Nachgeben der Einpflanzungsstelle zu befürchten ist. KNOBLAUCH (72) schlägt die Operation nach LEXER (91) für alle Impressionen über 4 mm Tiefe vor, geringere Impressionen sind nicht von entscheidender Bedeutung. Außer durch Knochentransplantate aus der vorderen Tibiakante und dem Darmbeinkamm kann die Untermauerung auch durch eine Schraube erreicht werden (früher wurden hierfür auch Elfenbeinbolzen verwendet).

Erwähnt sei ferner die Fettgewebslappen-Plastik von LEXER (91), die bei schweren Zertrümmerungen der Gelenkfläche (BÜRKLE DE LA CAMP (21)) und bei Bestehenbleiben von Gelenksperren, Gleithemmungen und Verlötungen (HOFFMANN (53)) notwendig werden kann: LEXER (90) entfernte dabei abgehobenen und eingerissenen Knorpel vollständig und erreichte einen Zusammenhalt der Fragmente durch Drahtumschlingung. Erst drei Monate später wird dann die Plastik durch Einlagerung von Fettgewebslappen vorgenommen.

Für die einzelnen Frakturtypen kommen an operativen Behandlungsvorfahren in Frage:

Spaltbrüche:

Hier können die verschiedenen Osteosynthese-Verfahren je nach dem Vorhandensein von Binnenverletzungen mit oder ohne Gelenkrevision angewendet werden. Bei Einklemmung des abgerissenen oder eingeschlitzten Meniskus wird dieser entfernt oder nach Resektion des zerstörten Anteiles gut fixiert.

Bei perkutaner Fixierung werden zur Einrichtung des abgescherten Knochenteiles außer manuellen Aktionen auch Zwingendruck von der Seite und Elevatorien zur Abhebung vorgeschlagen.

Kompressionsbrüche

Neben den weit verbreiteten Methoden von HULTEN (57) (zur Hebung eines zentralen Imprimates) und LEXER (90) (mit Unterfütterung der gesamten Kondylenfläche durch Knochen-späne) treten andere Operationsverfahren mehr in den Hintergrund, welche Unterstützung der Spongiosa durch Bolzen und Schrauben vorsehen. Bemerkenswert erscheint der plastische Ersatz der schwer imprimierten lateralen Gelenkfläche durch Einsetzen der Spina iliaca superior anterior in die Defektstelle (LEE (85)). Während geringe Eindrückungen der Tibiagelenkfläche mit der Zeit ausgeglichen werden können (ANDREESSEN (3)), ist ein gutes anatomisches Resultat bei tieferen Impressionen nur operativ zu erreichen (KAPPIS (66), HOFFMANN (53), LEHMANN (87) et al.).

Bikondyläre Brüche

Hierbei wird operatives Vorgehen zurückhaltend ausgeführt, besonders dann, wenn eine Zertrümmerung von Knochenteilen vorhanden ist (CAVE (24)).

Trümmerbrüche

Bei stärkerer Zerstörung des Tibiakopfes ist die blutige Einrichtung nicht besonders erfolgversprechend, trotzdem treten manche Autoren für operative Versorgung ein. Nach Gelenkeröffnung soll die Gelenkfläche wieder geformt und mit dem Doppelgewindebolzen verschraubt werden (ANDREESSEN (3)). Um das auf beiden Gelenkseiten für die Muttern notwendige Gegenlager im Tibiakopf zu erhalten (WASSNER (143)), werden bei Trümmerbrüchen seitlich Metallplatten auf die Corticalis aufgesetzt und darüber verschraubt (KRULL (75)). ANDREESSEN (3) will bei offenen Brüchen die Bruchbehandlung zurückstellen und erst die Weichteilwunden versorgen. Die später notwendige Lösung der inzwischen verbackenen Fragmente und deren Einrichtung werden für leicht gehalten. Bei Auseinanderweichen der Fragmente befürwortet M. LANGE (83)

entweder die Verwendung der ANDREESEN-Schraube oder die Federschraube nach MAATZ (95). BÜRKLE DE LA CAMP (21) preßt 8 - 10 Tage nach dem Unfall die Fragmente durch Drahtumschlingung fest aufeinander und fügt bei sehr starker Zertrümmerung eine LEXER-Plastik an. Plastische Wiederherstellung der Gelenkfläche wird auch durch Transplantationen beschrieben. WILSON und JACOBS (147) verwenden die Patella, die sie mit ihrer Knorpelfläche und darunterliegender Spongiosa ohne Fixation in die zertrümmerte Gelenkfläche einsetzen.

Subcapitale Brüche

Beim Auftreten größerer Bruchspalten, die in die Gelenkfläche reichen, kann in besonderen Fällen eine metallische Osteosynthese zweckmäßig sein.

Eminentienbrüche

Bei starker Verschiebung mit Verkantung eines Höckers oder der gesamten Höckerplatte genügt die Ruhigstellung in Streckstellung nicht. Eine Fixierung nach genauer Reposition und Inspektion der Kreuzbänder wird meist durch Nylonfaden (KRULL (76)) oder Catgutfaden (SCOLARI (130)), aber auch mit Draht oder Verschraubung (MERKE (102)) vorgenommen. BÖHLER (15) meint, in den ersten 3 - 6 Wochen lasse sich das Bruchstück so gut wie immer durch kräftigen Druck mit einem Elevatorium nach Kniegelenkeröffnung wieder in sein Bett einpressen. Bei Spätoperationen hält BÖHLER (15) wegen der schon weitgehenden Füllung des Wundbettes mit Kallus und wegen der Umformung des Fragmentes eine Entfernung des Bruchstückes für notwendig. BECKER (11) weist auf die notwendige Entfernung der stark gebildeten Kallusmassen bei Spätoperationen hin. Die Mitfrakturierung des Eminentiamassives bei einer anderen vorherrschenden Bruchform stellt allein noch keine Indikation für blutige Behandlungsmaßnahmen dar.

Brüche der Tuberositas tibiae

Bei stärkerer Aufwärtsdrehung des Fragmentes und bei einem vollständigen Abriß legt WILL (146) die Frakturstelle mit einem bogenförmigen Längsschnitt frei und nagelt oder schraubt das Fragment an. Hierauf wird ein Gipsverband für 8 Wochen angelegt. Mit Verschraubungen haben auch SCHÖN-BAUER (128) und BORCH-MADSON (17) gute Erfahrungen gemacht.

XII. Dauer der Ruhigstellung und Zeitpunkt der Belastung

Die Frage, wie lange eine Ruhigstellung notwendig ist, wann das Kniegelenk bewegt und wann belastet werden darf, kann nicht generell beantwortet werden. Außer der Schwere der Fraktur, dem Alter und Allgemeinzustand des Patienten sind hierfür auch die gewählten Behandlungsmaßnahmen entscheidend.

Ruhigstellung bei konservativer Behandlung

Unblutig reponierte Brüche müssen relativ lange ruhiggestellt werden, um nicht nur während des Konsolidierungsprozesses eine erneute Fragmentverschiebung zu vermeiden, sondern um auch eine Entlastung der eingerichteten Gelenkfläche durch entsprechende Überkorrektur zuverlässig zu sichern. Gipsverbände bei Tibiakopffrakturen werden im allgemeinen zwischen 5 und 8 Wochen belassen, bei leichten Brüchen (z.B. Randabsprengungen) auch kürzere Zeit. Soll eine Überkorrektur wegen einer Achsenabknickung erfolgen - wegen der Häufigkeit lateraler Brüche meist in Varusstellung - so wird eine zusätzliche seitliche Unterpolsterung angebracht. Gips-hülsen für den Kniegelenkbereich sind, von besonderen Ausnahmen wie z.B. Kantenabsprengungen abgesehen, nicht ausreichend. Der erforderliche Oberschenkelgips muß von den Zehen bis zur Leistenbeuge reichen (KAPPIS (66), BRADFORD (18) et al.).

An Stelle von Gipsverbänden wird auch Ruhigstellung in Schienen angegeben (MAGNUS (98), SEEMEN (132) u.a.). MITCHELL (105) beschreibt eine seitliche Rinnenschiene aus Metall mit Unterpolsterung, so daß während der 5 - 6 Wochen Schienung eine gute Entlastung in Varus oder Valgus möglich ist. Bei Brüchen mit erheblicher Einstauchung, bei Trümmerbrüchen und besonders bei den Y-förmigen Frakturen mit Einkeilung des Tibiaschaftes hat sich eine gleichzeitige Extension (meist mit Calcaneus-KIRSCHNER-Draht oder auch Schraubenzug am Fersenbein über einen STEINMANN-Nagel) für längere Dauer bewährt (EHALT (35), BÜCKLE DE LA CAMP (20), LEMBCKE (89), SCHEIBE (127)). Die Extensionsdauer ist von den Befunden der Röntgen-Kontrolle abhängig. LEMBCKE (89) und SCHEIBE (127) entfernen nach ungefähr 6 Wochen den Oberschenkelgips und behalten die Extension bis zur 12. Behandlungswoche bei, wobei im Dauerzug ab der 7. Woche mit Bewegungsübungen begonnen werden soll.

Die völlige Fixierung des Beines über einen längeren Zeitraum ist mit Erhöhung der Komplikationsmöglichkeiten vor allem bei älteren Verletzten verbunden. Deshalb soll sich die Fixierung nur über den unbedingt notwendigen Zeitraum erstrecken. Das hohe Durchschnittsalter der Verletzten, eine mögliche Schädigung der Kniegelenkfunktion, Zirkulationsstörungen und die Gefahr der Inaktivitätsatrophie veranlassen manche Autoren, eine Gipsfixierung nur bei Begleitverletzungen (hauptsächlich bei Beteiligung der Kreuz- und Seitenbänder) zu befürworten. Hier wird die Mehrzahl der Brüche in Dauerextension auf der BRAUN'schen Schiene behandelt, wobei MITCHELL (105) bei Y-Brüchen 3 - 4 Monate lang extendiert. Die dadurch frühzeitig mögliche Bewegungsbehandlung (oft sofort nach Abschwellen des Gelenkes) soll eine bessere Wiederherstellung der Bewegungsfähigkeit des Kniegelenkes erreichen lassen (ANDRESEN (3)). Der klinische Befund und die Röntgenkontrollaufnahmen sind allerdings regelmäßig zu prüfen. Vorzeitige Bewegungsübungen können auf

Kosten der Stabilität der Seitenbänder gehen (HOFFMANN (53)). Die frühzeitige Übung des Quadriceps (Spiel der Patella!) kann immer, auch während der Fixation in Gips, durchgeführt werden; dies trifft auch für die Bewegung der Zehen und des Hüftgelenkes zu.

Ruhigstellung bei operativer Behandlung

Die plastischen intraartikulären Eingriffe verlangen eine Fixierung des Gelenkes. HULTEN (59) legte nach Hebung der Gelenkfläche einen zirkulären Gips für 5 Wochen an. Im allgemeinen ist eine Fixation in Gips für 6 Wochen nach Hebung der Impression erforderlich. Wird nach Osteosynthese länger in Gips fixiert (REHBEIN (123), HARTMANN (51): ca. 8 Wochen), so soll die Bewegungstherapie doch schon eher, meist nach 3 Wochen, eingeleitet werden. KNOBLAUCH (72) beläßt für die letzten Wochen der Ruhigstellung nur eine Gipsschale. Operierte schwere Zertrümmerungen beläßt ANDRESEN (4) mindestens 6 Wochen im Gipsverband. Immer wieder ist aber zu betonen, daß die Dauer der Ruhigstellung des Gelenkes im Gipsverband auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken ist. Eine gute Möglichkeit für frühzeitige Funktionsübungen bietet die postoperative Extension unter Aufhängung des verletzten Beines, wie sie LEHMANN (86) für 8 Wochen im Hängemattenverband durchführt, AUFRANC (6) dagegen in einer Aufhängevorrichtung an einem über dem Bett befindlichen Bügel, wobei das Bein ohne jede Unterstützung in der Luft hängt. Daß bei der stabilen Osteosynthese durch Metallverbindung der Bewegungsbeginn zeitiger erfolgen kann als bei konservativ erfolgter Reposition, wird von den Autoren, die das operative Vorgehen bevorzugen, immer wieder hervorgehoben. Durch den Druck auf die Fragmente verkleben die Bruchflächen rascher, erneute Verlagerung ist bei metallischer Fixierung kaum zu erwarten.

Belastungsbeginn

Die Zeit bis zur knöchernen Konsolidierung des Schienbeinkopfbruches ist oft sehr lang, wie dies auch bei anderen

Frakturen von spongiösen Knochen, z.B. am Fersenbein, der Fall ist. Die Belastung des frakturierten Tibiakopfes muß daher relativ spät einsetzen. VAN DER GHINST (47) glaubt, daß eine völlige Heilung einer Tibiakopffraktur 1 - 2 Jahre benötigt. Vorzeitige Belastung kann (besonders bei Brüchen mit Einstauchung) sekundäre Achsenabknickung und damit eine Beeinträchtigung der seitlichen Stabilität verursachen (KÖNIG (73), BECKER (10)). Die Forderung von HOFFMANN (53), das frisch verletzte oder operierte Bein solle nicht vor 3 Monaten das volle Körpergewicht tragen, wird von vielen Autoren unterstützt.

Bei offenen Brüchen entlasten CORNELL und HARDY (27) sogar 4 - 6 Monate. Der Belastungsbeginn ist bei der operativen Fixierung der Fraktur nicht früher als bei der konservativen Behandlung anzusetzen. Hingegen kann mit den Bewegungsübungen des Kniegelenkes früher begonnen werden.

Frühzeitige aktive Bewegung und späte Belastung sind bei der Tibiakopffraktur wesentliche Faktoren zur Erreichung eines guten statischen und funktionellen Ergebnisses.

XIII. Versorgung der Begleitverletzungen

Neben der Behandlung des Bruches ist die Versorgung von Begleitverletzungen wichtig. Schwere Folgen für die Ernährung des verletzten Beines können durch nicht rechtzeitig erkannte Gefäßschäden eintreten. Häufig verursacht die unterlassene oder nur ungenügende Beachtung von Menisken- und Seitenbandverletzungen schwere statische und funktionelle Störungen, die das Resultat der Bruchbehandlung entscheidend beeinträchtigen.

Versorgung bei Mitverletzung der Gefäße und Nerven

ENDER (38) berichtet von einem Fall unter 300 Tibiakopf-frakturen, bei dem die Zerreißung des Gefäßnervenstranges bei einem Splitterbruch die Amputation erforderte. Trotz der Seltenheit von Mitbeteiligung der großen Gefäße muß eine Gefäßverletzung gewissenhaft ausgeschlossen werden, da bei rechtzeitiger Erkennung eine sofortige Gefäßplastik u.U. eine Amputation verhindern kann. Von den Nerven, die in der Kniegelenkregion verlaufen, ist der N. peroneus am stärksten gefährdet. Bei vorübergehender Druckschädigung kann ein völliger Rückgang der Lähmungserscheinungen erwartet werden. Gewarnt werden muß vor zusätzlichem Druck mit Zwinggeräten bei schon bestehender Peroneusläsion.

Versorgung bei gröberer Mitverletzung der Gelenkkapsel

Risse in der Gelenkkapsel werden manchmal bei der Eröffnung des Kniegelenkes beobachtet und dann selbstverständlich gut vernäht. Bei offenen Trümmerbrüchen liegt mitunter eine traumatische Gelenkeröffnung vor, die nicht nur eine gewissenhafte Wundversorgung, sondern auch sofort eine Infektionsprophylaxe verlangt.

Versorgung bei Mitverletzung der Menisci

Loslösung, Binrisse und Zerfetzung eines Meniskus üben oft einen entscheidenden Einfluß auf die Wahl der Therapie für die Fraktur aus. Die Möglichkeit, einen Meniskus-schaden frühzeitig erkennen und beheben zu können, wird als entscheidender Vorteil der blutigen Behandlung der Tibiakopfbrüche betrachtet (BÜRKLE DE LA CAMP (21), ANDREBESSEN (3)), wobei natürlich eine breite Gelenkeröffnung durchgeführt werden muß. Liegt der begründete Verdacht auf einen losgerissenen und in den Frakturspalt eingeklemmten Meniskus vor, weil eine Reposition auf unblutigem Wege nicht gelingt, so wird von vielen Chirurgen eine Gelenkrevision für unumgänglich gehalten (BECKER (11), ANDREBESSEN (4

VAN DER GHINST (47), BRADFORD (18), FELSENREICH (41)). Vernarbungen und bleibende Gelenksperren infolge eines nicht behandelten zerrissenen Meniskus werden als mögliche Ursache einer späteren Arthrosis deformans angesehen. Auch die bei Meniskusverletzungen auftretenden Reizergüsse können schließlich zur Erschlaffung der Gelenkkapsel und so zu einer nicht unerheblichen Fehlfunktion des Kniegelenkes führen. Geteilte Meinung herrscht im Schrifttum darüber, ob man den zerrissenen Meniskus bei der Operation völlig entfernen soll (BECKER (11), LEHMANN (86), HOFFMANN (53), BRADFORD (18), FELSENREICH (41)), oder nur die zerstörten Partien (KNOBLAUCH (72), EHLERT (35)). PALMER (112), der fast alle Tibiakopfbrüche operierte, entfernt den Meniskus dabei fast nie und berichtet über sehr gute funktionelle Spätergebnisse. Das mag damit zu erklären sein, daß häufig eine Loslösung von der Unterlage bei der Fraktur erfolgt, die Struktur des Meniskus aber im wesentlichen erhalten bleibt. Hier fordern nun HULTEN (58) und BÖHLER (15), den Meniskus zu erhalten, da er Unregelmäßigkeiten in der Gelenkfläche ausgleichen kann, und so spätere arthrotische Veränderungen vermeidbar sind. Nach HULTEN (58) heilen die Verletzungen des Meniskus in der zur Konsolidierung der Fraktur notwendigen Zeit ebenfalls aus. Bei Einklemmung in den Bruchspalt - meist bei Spaltbrüchen - führt allerdings nur die Gelenkeröffnung mit Reposition des losgelösten Meniskus zum Erfolg.

Versorgung bei Mitverletzung der Kreuzbänder

Bei genügend langer Ruhigstellung der Fraktur ist eine befriedigende Ausheilung zu erreichen. Die Indikation für plastische Eingriffe ist hauptsächlich bei den Patienten gegeben, bei denen nach Ausheilen der Fraktur durch eine stärkere Schubladenfunktion die Statik des verletzten Beines sehr beeinträchtigt ist. Statt einer Kreuzbandnaht wird man dann nach sorgfältiger Entfernung der Stumpf-

reste eine der verschiedenen Methoden des plastischen Kreuzbandersatzes wählen.

Versorgung bei Mitverletzung der Seitenbänder

Nach der Ansicht von FORSTER und Mitarbeitern (43) ist mit der Frakturheilung im allgemeinen auch eine Bandheilung komplikationslos abgeschlossen. Nur bei wenigen Fällen, bei denen die Verletzung eines Kollateralbandes mit Abriß eines kleinen Bruchstückes im Vordergrund steht, ist eine operative Therapie in Erwägung zu ziehen. Auf Repositionsversuche dislozierter Fragmente mittels Zug und Gegenzug muß bei Verletzung der Seitenbänder verzichtet werden, da sonst leichtere Einrisse noch verstärkt werden können. Bei der Mitverletzung eines Seitenbandes ist eine frühzeitige aktive Bewegungstherapie nicht angezeigt, da sonst leicht ein Wackelknie entsteht (REHBEIN (123), M. LANGE (83), FAIRBANK (40)). Während eine ausreichende Fixation und Verzicht auf frühzeitige Bewegungsübungen von vielen Autoren als ausreichend für die Heilung der Bandläsion gehalten werden (JUNGHANS (64), ENDER (37)), sehen andere in der operativen Bruchbehandlung nicht zuletzt den Vorteil, beschädigte Bänder mitversorgen zu können (OTT und TSCHUI (110)). M. LANGE (83) hält bei Trümmerbrüchen eventuell Verstärkung oder Ersatz eines Kollateralbandes für erforderlich. Eine Bandplastik und Fettüberzug rät HOFFMANN (53) nach blutiger Reposition bei bleibender Seitennachgiebigkeit (und damit statischer Unsicherheit) an.

Versorgung bei größerer Mitbeteiligung der benachbarten Weichteile

ANDREESSEN (3) schlägt vor, bei Trümmerbrüchen die häufig vorhandenen offenen Weichteilverletzungen zuerst zu versorgen; die Fraktur kann dann später mit größerer Sicherheit behandelt werden. Wegen der starken Verschmutzung und der Zerquetschung von Gewebsteilen mit Nekrosegefahr

müssen alle Wunden sehr sorgfältig ausgeschnitten werden. Zur Deckung größerer Hautdefekte am Schienbeinkopf müssen Transplantationen vorgenommen werden. Die Durchführung einer exakten Infektionsprophylaxe ist hier selbstverständlich.

XIV. Akute Frühkomplikationen nach Tibiakopffrakturen

Die Gefahr eines akuten lebensbedrohlichen Blutverlustes durch Gefäßzerreißung ist sehr selten. Massive Fettembolien, vor allem bei Trümmerbrüchen, sind eine schwere Bedrohung für das Leben des Patienten. So wird auch bei Schienbeinkopfbrüchen immer wieder von akuten Todesfällen infolge von Fettembolien berichtet. Fettembolien können auch allein durch kräftige manuelle Repositionsversuche ausgelöst werden (HELPERICH (52)). Schockzustände stellen ebenfalls eine gefährliche Komplikation dar. Die akuten Kreislaufkomplikationen betreffen häufig Verkehrsverletzte, die neben der Fraktur des Schienbeinkopfes noch andere schwere Knochenverletzungen erlitten haben. Auf Anzeichen eines Schockes oder einer Fettembolie muß aber bei allen Verletzten geachtet werden.

XV. Nachbehandlung

Die medico-mechanische Nachbehandlung nimmt heute einen großen Raum ein. Der Beginn regelmäßiger Bewegungsübungen vor dem Zeitpunkt der Belastung des Beines hat sich allgemein durchgesetzt. Bei der krankengymnastischen Bewegungstherapie sind Widerstandsübungen zur Kräftigung der Muskulatur und des Bandhaltes sehr wichtig (ANDRESEN (3)), z.B.

Gewichthebeübungen mit dem verletzten Bein zur Stärkung des Musculus Quadriceps (TURNER (139)).

Treten Zirkulationsstörungen auf, so kommen neben Anlegen von Bandagen und Zinkleimverbänden prophylaktische Gaben durchblutungsfördernder Mittel in Frage. Bei immer wieder auftretenden Ödemen des Beines werden vor allem Unterwassermassagen empfohlen (ANDREESSEN (3)). Kapselschwellungen und Entkalkung der Knochen im Frakturbereich - leider nicht so selten im Rahmen der SUDECK'schen Dystrophie - verlängern die Behandlungsdauer erheblich. Wärme in jeder Form wird zur Bekämpfung von Kapselverschwielungen erfolgreich angewandt.

XVI. Spätresultate

Neben Fällen mit einer guten Wiederherstellung der Statik und Funktion ist an allen Kliniken auch ein nicht unerheblicher Prozentsatz unbefriedigender Spätergebnisse zu verzeichnen.

Häufig wird das Resultat durch eine posttraumatische Arthrosis deformans der Gelenkflächen beeinträchtigt. Obwohl anfänglich eine gute Standfestigkeit und eine ausreichende Funktion mit voller Streckfähigkeit erreicht zu sein schien, treten mit der Zeit Randwülste, osteophytäre Neubildungen und Ausschleifungen der knorpeligen Gelenkflächen ein. Als Ursachen für die arthrotischen Veränderungen werden hauptsächlich Achsenabknickung (BECKER (11), EHLERT (35), SALEM (124), ENDER (39)), mangelhafte Reposition der Fragmente (BECKER (11), MERLE D'AUBIGNÉ (103)), Vernarbungen am mitverletzten Meniskus und ein zu frühzeitiger Beginn der Belastung (BECKER (11), SECHEHAYE (131), FURLONG (45)) verantwortlich gemacht. Eine seitliche Abknickung, eine nicht ausgeglichene Stufe in der

Tibiakopffläche oder auch erneutes Absinken der noch nicht konsolidierten Knochenteile nach vorzeitiger Belastung können in gleicher Weise zu Fehlbelastung und damit zu Überbeanspruchung einzelner Gelenkbezirke führen. Daneben sollen Massagen und passive Bewegungsübungen bei der Nachbehandlung die Entwicklung einer Arthrosis deformans fördern (ANDREESSEN (3)). Ob und wie weit die posttraumatische Arthrosis deformans im einzelnen Fall vermeidbar gewesen wäre, ist dennoch schwer zu beurteilen. Verschiedene Autoren betonen, daß mit einer Arthrosis nach einem Tibiakopfbruch immer gerechnet werden muß, gleich welche Behandlungsmethode gewählt wurde (BECKER (11), LEMBCKE (89), SCHEIBE (127)). Die auf dem Röntgenbild sichtbaren Veränderungen im Sinne einer Arthrosis deformans entsprechen keineswegs immer dem funktionellen Ergebnis und den subjektiven Beschwerden (KAPPIS (66), REHBEIN (123), BOMBELLI (16), JUNGHANS (64)). Ausgezeichnete statische und funktionelle Resultate bei recht mäßigem Röntgenbefund und umgekehrt Fälle mit starker Bewegungsbehinderung ohne entsprechende röntgenologisch nachweisbare Veränderungen verdeutlichen die Schwierigkeiten, die bisweilen bei der Beurteilung der Spätergebnisse auftreten.

Einen sehr ernsten Spätschaden stellt das Schlottergelenk dar. ANDREESSEN (3) fand es besonders bei nicht erkannten zentralen Impressionsfrakturen und ungenügend eingerichteten Trümmerbrüchen. Die Wackelbewegungen beeinträchtigen das Standvermögen und die Stabilität beim Auftreten nach jedem Schritt (HOFFMANN (53), KNOBLAUCH (72), ENDER (39)). Lockerung der Seitenbänder ist oft Folge der Achsenabknickung, die entweder nicht beseitigt worden oder bei zu früher Belastung des Beines wieder entstanden ist. Nach Kreuzbandrissen, oder häufiger nach Ausrissen der knöchernen Bandansätze derselben, können Schubladenbewegungen zurückbleiben, die das Behandlungsergebnis ebenfalls stark

beeinträchtigen. Besteht bei Lockerung des Bandapparates eine Achsenabknickung - meist in Valgusstellung - so werden neben der mangelnden Funktion des Kniegelenkes oft auch Überlastungszeichen in den benachbarten Gelenken (hauptsächlich in den Sprunggelenken) festgestellt.

Von den Einschränkungen der Bewegung ist die Streckhemmung am stärksten hindernd, während leichte Beugehemmungen unwesentlich sind. Ein zerrissener Meniskus ist für Gelenksperren häufig verantwortlich und begünstigt dann gleichzeitig auch eine Arthrosis deformans. Mangeldes Kreiselungsvermögen im Unterschenkel, verbunden mit starken Ermüdungserscheinungen, kann ebenfalls auf Meniskusschäden hinweisen. Eine Besserung der Beweglichkeit ist bis zum 2. Jahr nach dem Unfall noch möglich (KÖNIG (73)). Nachuntersuchungen sind daher nicht zu früh vorzunehmen (BECKER (11)).

Die subjektiven Beschwerden wie Schmerzen (häufig bei Witterungswechsel), Ermüdungserscheinungen und Spannungsgefühl sind schwer einzuschätzen. Hierin liegt auch eine Problematik beim Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Behandlungsstätten. Die Diskrepanzen, die zwischen funktionellem Ergebnis, subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund häufig bestehen, führen zu verschiedenerlei Kompromissen bei der Bewertung der einzelnen Faktoren. Teilweise sind die Behandlungsergebnisse auch von der Rentenberechtigung der Verletzten mit abhängig (MIKKELSEN (104)). Besonders bei der Nachbehandlung ist der Arzt auf die Mitarbeit der Patienten angewiesen, die beim Versicherten teilweise in geringerem Maße als beim Nichtversicherten beobachtet wird (ANDREESSEN (3)). Der Wille des Patienten zur Heilung ist in jedem Fall für das Ergebnis mitentscheidend.

XVII. Korrekturmöglichkeiten bei schlecht verheilten Brüchen

Operative Späteingriffe erscheinen bei starker Abknickung in Valgus- oder Varusstellung (Vergleich mit der Achse des gesunden Beines), bei mangelndem Bandhalt mit Wackelknie, bei starken Deformierungen der Tibiagelenkfläche und bei zerrissenem Meniskus indiziert.

Spanunterfütterungen der angehobenen Gelenkflächenteile nach HULTEN (57) und die Keilosteotomie nach LEXER (90) mit Hebung der gesamten medialen oder lateralen Gelenkfläche können auch bei veralteten Kompressionsbrüchen zu einem besseren Ergebnis führen (MERLE D'AUBIGNE (103)).

Bei einem schlechten funktionellen Ergebnis nach Trümmerbrüchen empfiehlt M. LANGE (83), nach breiter Gelenkeröffnung den Kallus und das Narbengewebe zwischen den Fragmenten zu lösen, darnach den Bruch selbst, was meist nur mit dem Meißel gelingt. Ein zerrissener oder verlagert Meniskus muß entfernt werden, ehe die manuell genau reponierten Fragmente unter Röntgenkontrolle verschraubt werden.

Alte breitklaffende und teilweise pseudarthrotisch verheilte Spaltbrüche klappt HOFFMANN (53) nach der LEXER'schen Methode (90) auf und frischt die Bruchflächen an. Beim Schlottergelenk führt HOFFMANN (53) eine Späneinkeilung teils mit, teils ohne Bandplastik durch.

Die hohe Tibiakopfoosteotomie nach LEXER (90) hat sich bei LOHE (94) sehr bewährt. Der Tibiagelenkteller wird etwa 1 - 2 cm unterhalb der Tibiagelenkfläche gelöst - also noch im Bänderspannungsbereich - sodann werden durch Knocheneinschiebungen (bei Schlotterknie) oder Knochenplattenentnahme (bei Kontrakturen) Korrekturen

in sämtlichen Richtungen vorgenommen. X- und O-Beinstellungen werden durch Keilauswechselung beseitigt.

Wegen der drohenden Arthrosis deformans empfehlen HOLLE und HART (56) bei weiterbestehenden Meniskuszeichen schon 3 - 4 Wochen nach voller Beinbelastung eine sekundäre Gelenkrevision und unter Umständen die Meniskektomie. Bei fortgeschrittenen arthrotischen Veränderungen und starken subjektiven Beschwerden ist mitunter die Arthrodese angebracht, um wenigstens eine Standfestigkeit zu erzielen. LOHE (94) berichtet allerdings auch bei degenerativen Prozessen des Kniegelenkes, daß eine hohe Tibiakopfosteotomie gute Ergebnisse haben kann. Eine Besserung ohne operative Eingriffe kann bei hochgradigem Wackelknie nur durch einen Stützapparat erreicht werden.

B) Krankengut der Chirurgischen Universitäts-
klinik München

I. Überblick

An der Chirurgischen Universitätsklinik München wurden
in den Jahren 1956 bis einschließlich 1961 85 Patienten
mit einer Fraktur im Bereich des Tibiakopfes behandelt.

Tabelle I

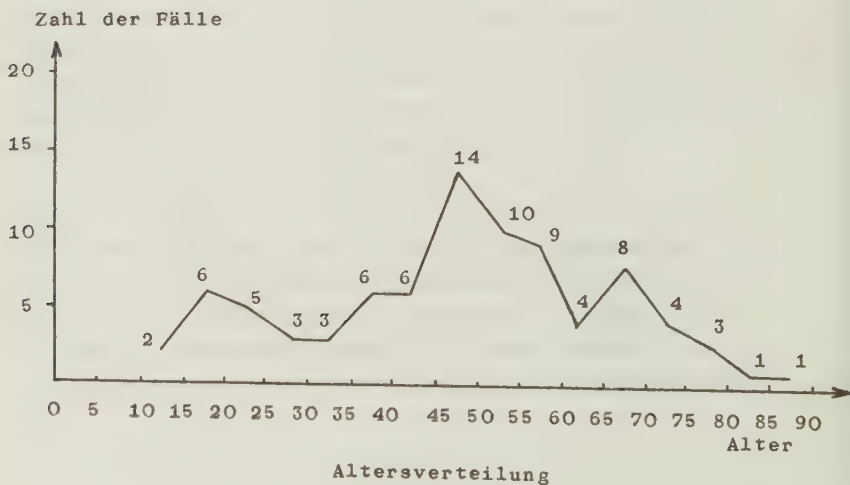
Jahr	1956	1957	1958	1959	1960	1961	6 Jahre
Fälle	14	15	13	12	21	10	85 Fälle

Gesamtzahl der Tibiakopffrakturen

Hieraus ergibt sich ein Jahresdurchschnitt von 14,2 Fäl-
len. Diese Zahl dürfte dem Behandlungsgut anderer großer
Kliniken entsprechen.

Das Durchschnittsalter der Patienten beträgt 48 Jahre.

Tabelle II



In der Mehrzahl sind die mittleren und älteren Jahrgänge betroffen. Der Anteil der Patienten über 45 Jahre beträgt 64 %, der Gipfel liegt in der Altersklasse von 45 - 69 Jahren mit 53 % der Gesamtzahl der Fälle. Der jüngste Patient war 13.1/2 Jahre alt, der älteste 85 Jahre.

Es wurden 47 Männer und 38 Frauen behandelt; das entspricht einem Prozentsatz von 55 % : 45 %. Von einem eindeutigen Überwiegen eines Geschlechtes kann hierbei also nicht gesprochen werden. In der Gruppe der Verletzten über 70 Jahre sind allerdings hauptsächlich Frauen vertreten, und zwar 7 mal gegenüber 2 männlichen Patienten.

Eine bevorzugte Beteiligung einzelner Berufsgruppen kann nicht festgestellt werden. Ziemlich hoch erscheint allerdings die Zahl der Rentner und Pensionäre mit 15 Verletzten = 18 %.

II. Unfallursache und Frakturmechanismus

Folgende Unfallereignisse führten zu einer Tibiakopffraktur:

a) Verkehrsunfälle:	52 mal
b) häusliche Unfälle:	11 mal
c) Betriebsunfälle:	8 mal
d) Sturz infolge Ausgleitens:	7 mal
e) Sportunfälle:	4 mal
f) Verschiedenes:	3 mal

a) Verkehrsunfälle

Mit 61 % stehen die Verkehrsunfälle an der Spitze der Unfallursachen.

Die Fußgänger waren die am häufigsten betroffene Gruppe unter den Verkehrsteilnehmern: 18 mal wurden Fußgänger von Fahrzeugen angefahren. Unter den 13 von einem PKW angefahrenen Fußgängern befinden sich zwei, bei denen eindeutig die Stoßstange des Kraftfahrzeuges den Bruch des Tibiakopfes verursachte (Stoßstangenfraktur).

14 Motorrad-, Roller- und Mopedfahrer zogen sich einen Schienbeinkopfbruch zu, und zwar in 8 Fällen bei Zusammenprall mit anderen Fahrzeugen und 6 mal durch Sturz ohne Beteiligung anderer Verkehrsteilnehmer.

Von den 10 verletzten Radfahrern stürzten 9 ohne Unfallbeteiligung anderer Verkehrsteilnehmer auf die Straße.

Autofahrer und Insassen sind in 5 Fällen die Verletzten. Ein Anprall am Armaturenbrett konnte in 2 Fällen genau festgestellt werden.

Von den beiden Fahrgästen der Trambahn erlitt eine Frau die Fraktur durch Sturz aus dem Wagen, die andere durch Einklemmung des Knies in die pneumatische Türe.

Tabelle III

Fußgänger	18	Autofahrer u. Insassen	5
Motorrad-, Roller-, Mopedfahrer	14	Benutzer der Straßenbahn	2
Radfahrer	10	Sonstige	3

Beteiligung der einzelnen
Verkehrsteilnehmer

b) Häusliche Unfälle

11 Patienten zogen sich im häuslichen Bereich die Fraktur zu, davon 9 durch Herabstürzen von einer Erhöhung (Kiste, Stuhl, 5 mal auf der Treppe).

c) Betriebsunfälle

Der Anteil der im Betrieb erfolgten Unfälle am Gesamt-krankengut ist nicht hoch. In der Zahl der 8 Verletzten sind allerdings nicht diejenigen enthalten, die auf dem Weg von und zur Arbeitsstätte oder auf einer Dienstfahrt einen Verkehrsunfall erlitten. Zusammen mit diesen ebenfalls arbeitsbedingten Unfällen beläuft sich die Zahl der Betriebsunfälle auf 14. Die am Arbeitsplatz selbst erlittenen Schienbeinkopfbrüche sind 6 mal auf einen Sturz, 2 mal auf Verletzung durch fallende Gegenstände (schwere Kiste, herabstürzende Erdmassen) zurückzuführen.

d) Sturz infolge Ausgleitens

Unter den 7 Verletzten, die beim Ausgleiten oder Stolpern auf das Knie fielen, befinden sich 6 Frauen (alle über 45 Jahre alt) und nur 1 Mann.

e) Sportunfälle

Alle 4 Patienten dieser Gruppe sind Skifahrer, darunter 3 im Alter von weniger als 20 Jahren.

Infolge des erheblichen Anteiles Verkehrsverletzter ist beim Unfallgeschehen ein direkter Anprall des Kniegelenkes (am Fahrzeug oder auf das Straßenpflaster) sehr oft festzustellen. Auch bei den Betriebsunfällen, häuslichen Unfällen und den Stürzen infolge Ausgleitens beim Gehen stellten wir meistens eine unmittelbare Krafteinwirkung im Frakturbereich selbst fest, z.B. durch Stürze auf Stufenkanten von Treppen oder Bordkanten des Bürgersteiges.

Eine indirekt auf das Kniegelenk einwirkende Gewalt konnte nur bei einer ziemlich geringen Zahl der Tibiakopfbrüche angenommen werden. Bei den 16 Frakturen mit indirektem Entstehungsmechanismus handelt es sich hauptsächlich um solche, die durch Sturz auf die Füße oder Anprall in Richtung der Achse des gestreckten Beines entstanden. Auch bei 3 von 4 Skiunfällen führte eine indirekte Gewalteneinwirkung durch Sturz bei gleichzeitiger Verdrehung des Kniegelenkes zu dem Bruch.

Tabelle IV

Frakturmechanismus	direkte Gewalt	indirekte Gewalt	unklar
Zahl der Fälle	44	16	25

Frakturmechanismus

Bei einem Teil der Fälle - hauptsächlich bei Verkehrsunfällen - konnte der Frakturmechanismus nicht hinreichend geklärt werden.

III. Bruchformen

Tabelle V siehe nächste Seite.

Tabelle V

Bruchformen	Unterteilung			insg.
Spaltbrüche	lat.		med.	33
	26		7	
Kompressionsbrüche	21		5	26
Bikondyläre Brüche	bikond. Spaltbr.		Überstreckbrüche	8
	Y	V	T	
	7	1	-	
Trümmerbrüche	8			8
Subcapitale Brüche	3			3
Brüche der Eminencia	6			6
Brüche der Tuberositas	1			1

Bruchformen bei 85 Schienbeinkopfbrüchen

Spaltbrüche: Nach der im obigen Schema gewählten Einteilung stellen die Spaltbrüche den größten Anteil unter allen Bruchformen dar. In dieser Gruppe sind die meisten leichten Frakturen enthalten. In 11 Fällen (also 1/3 der Spaltbrüche) handelt es sich um kleinere Kantenabsprengungen ohne stärkere Dislokation, wobei der Bruchspalt die Gelenkfläche meist weit in deren Peripherie trifft. Diese prognostisch natürlich recht günstigen Formen betrafen 7 mal Patienten unter 25 Jahren.

Kompressionsbrüche: Bei 21 lateralen und 5 medialen Kondylenfrakturen lag eine stärkere Kompression der Gelenk-

fläche vor. Bei 3 Patienten wurde zusätzlich ein deutlicher Spalt im Frakturbereich gesehen, bei 1 Verletzten eine stärkere Trümmerbildung im eingestauchten Knochengebiet. Eine Einreihung mancher Frakturen unter die eine oder andere Gruppe ist bei diesen Mischformen recht schwierig.

Bikondyläre Brüche: Bei dem gleichzeitigen Bruch beider Kondylen wurden nur bilaterale Spaltbrüche in unserem Krankengut beobachtet. Die 7 Y-förmigen und der 1 V-förmige Bruch sind ausnahmslos zu den schweren Frakturformen zu rechnen. Teilweise lag eine deutliche Trümmerbildung im abgespaltenen Kondylengebiet vor. Die beiden akuten Todesfälle infolge massiver Fettembolien betrafen Verunglückte mit Y-Brüchen.

Trümmerbrüche: Obwohl eine Zertrümmerung in gewissem Ausmaß auch bei einigen Spalt- und Kompressionsfrakturen angetroffen wurde, sind unter den Trümmerfrakturen nur die 8 Fälle aufgeführt worden, bei denen eine formlose Zerstörung des Tibiakopfes in einzelne Knochenstücke vorlag.

Subcapitale Brüche: Eine wesentliche Beteiligung der Tibiagelenkfläche am Frakturgeschehen bestand hier bei keinem der 3 Patienten. Das klinische Bild ähnelte stark dem einer Tibiaschaftfraktur. Bei allen Verletzten war die Fibula im proximalen Bereich mitfrakturiert.

Brüche der Eminentia intercondylica: Ausrisse eines oder beider Kreuzbandhöcker und Abbrüche des gesamten Eminentiamassives sind hier zusammengefaßt. Bei der kleinen Zahl von 6 Verletzten sind diejenigen nicht berücksichtigt, bei denen eine andere Bruchform im Kondylengebiet mit vorhanden war.

Brüche der Tuberositas: Dieser seltene Frakturtyp wurde nur 1 mal beobachtet, und zwar als komplizierte Fraktur bei einem Verkehrsunfall. Wieweit ein Trauma an der Schienbeinrauhigkeit selbst und wieweit ein überstarker Zug des Ligamentum patellae hier Ursache der Knochenverletzung war, ist nicht zu entscheiden.

Unterschiedliche Beteiligung beider Tibiakondylen
Bemerkenswert erscheint bei den unikondylären Frakturen die unterschiedliche Beteiligung beider Kondylen:

Tabelle VI

Bruchformen	lat.	med.	zusammen
Spaltbrüche	26	7	33
Kompressionsbrüche	21	5	26
Unikondyläre Brüche	47	12	59

Bruchformen bei den unikondylären Frakturen

Nur ungefähr jeder 4. Spalt- oder Kompressionsbruch betraf den medialen Kondylus:

laterale Brüche ; mediale Brüche = 4 : 1

Die bedeutend größere Disposition des äußeren Tibiakondylus hat sich auch bei anderen Autoren gezeigt.

Eine auffallende Mehrbeteiligung des rechten oder linken Tibiakopfes kann nicht festgestellt werden; 46 mal war der linke Tibiakopf, 39 mal der rechte gebrochen.

Bruchform und Alter der Verletzten

Bei Verletzten höheren Alters überwiegen eindeutig die schweren Frakturformen. Von 9 Patienten im Alter von über 70 Jahren trugen 7 ausgedehnte Zerstörungen der Gelenkfläche mit starker Fragmentdislokation davon, einmal ist die Dislokation als mittelstark zu bezeichnen. Nur ein alter Patient hatte einen Spaltbruch ohne wesentliche Verschiebung des Bruchstückes.

13 Verletzte waren weniger als 25 Jahre alt. Hier wurden 7 mal kleinere Knochenabrisse und 2 mal Abrieße an Kreuzbandhöckern diagnostiziert, ohne daß eine stärkere Verlagerung von Bruchstücken oder eine schwerwiegende Zerstörung der Tibiagelenkfläche vorlag. Schwere Bruchformen lagen bei jungen Patienten also nur 4 mal vor.

Bruchform und Frakturmechanismus

Im allgemeinen kann ein Zusammenhang zwischen dem Unfallgeschehen und der resultierenden Bruchform nicht gesehen werden. Lediglich bei den Trümmerbrüchen und den subcapitalen Frakturen lag stets eine direkte Gewalteinwirkung vor (6 von 8 Trümmerbrüchen entstanden bei Verkehrsunfällen). Bei den beiden großen Gruppen der Spalt- und Kompressionsfrakturen müssen direkter und indirekter Frakturmechanismus in gleicher Häufigkeit angenommen werden.

Mitbeteiligung der Eminentia intercondylica

Außer den 6 ausschließlichen Knochenverletzungen des Eminentiamassives ergab das Röntgenbild bei 24 anderen Frakturtypen eine Mitfrakturierung dieses Tibiakopfbereiches.

Eine Verletzung im Ansatzgebiet der Kreuzbänder bestand also bei über einem Drittel der behandelten Fälle.

Tabelle VII

Isolierter Bruch im Eminentiamassiv	6	Knöcherne Verletzungen im Eminentia-bereich nicht feststellbar	Gesamtzahl
Mitfrakturierung des Eminentiamassives	24		
Zusammen	30	55	85

Frakturen der Eminentia intercondylica

Mitbeteiligung des Fibulaköpfchens

Brüche des Capitulum fibulae (aber auch des proximalen Schaftbereiches) fanden sich bei den Kondylenfrakturen ziemlich oft, bei den 3 subcapitulären Tibiakopffraktionen brach die Fibula ebenfalls.

Tabelle VIII

Fibulaköpfchenfraktur	vorhanden	nicht vorhanden
Zahl der Fälle	19	66
Prozentsatz	22 %	78 %

Mitbeteiligung des Fibulaköpfchens bei Tibiakopffrakturen

IV. Klinisches Bild

In 75 von 85 Fällen erfolgte die Einlieferung sofort oder nur kurze Zeit nach dem Unfallgeschehen. Bei 10 Patienten betrug die Zeitspanne bis zur Aufnahme in der Chirurgischen Universitätsklinik mehr als 48 Stunden.

Bei nahezu allen frischen Tibiakopffrakturen wurden eine Weichteilschwellung im Frakturbereich, Druck- und Bewegungsschmerz und eine eingeschränkte Beweglichkeit im betroffenen Kniegelenk beobachtet. Ein Haemarthros, seitliche Achsenabknickung und abnorme Beweglichkeit im Schienbeinkopfbereich waren ebenfalls häufig.

Den entscheidenden Beitrag für die Diagnose: Tibiakopffraktur lieferte stets das Röntgenbild in 2 Ebenen. Zur genaueren Bestimmung der Bruchform wurden in einigen Fällen auch Schichtaufnahmen angefertigt. Verletzungen der Weichteile im Bruchgebiet wurden 18 mal vorgefunden, davon 4 mal tiefe und ausgedehnte Wunden.

Bei keinem Patienten wurde eine Schädigung größerer Gefäße oder Nerven in der Umgebung des Kniegelenkes festgestellt. Bemerkenswert ist vor allem, daß bei keinem Verletzten mit gleichzeitigem Fibulaköpfchenbruch eine Läsion am N. peroneus bestand.

Mitverletzung der Seitenbänder

Die im Schrifttum häufig vertretene Auffassung, eine Verletzung des Kollateralbandes betreffe fast immer die dem gebrochenen Kondylus entgegengesetzte Seite, fand sich nicht bestätigt. In 8 Fällen wurde eine Schädigung auf der frakturierten Seite des Tibiakopfes festgestellt und nur bei 2 Brüchen auf der gegenüberliegenden. Eine allgemeine Bänder- und Kapsellockerung stärkeren Ausmaßes trat bei 2 Patienten auf.

Eine Mitverletzung der Kollateralbänder wurde nur teilweise sofort nach dem Unfall diagnostiziert; 5 mal konnte sie erst im Laufe der Behandlung erkannt werden. Bei einem lateralen Spaltbruch ergab die Eröffnung des Kniegelenkes, daß das laterale Seitenband und die laterale Gelenkkapsel

durchgerissen waren. Am geschlossenen Kniegelenk war dieser Bandriß nicht diagnostiziert worden, da die subjektiven Beschwerden der Patientin eine genaue Befunderhebung nicht zuließen.

Tabelle IX

	sofort diagno- stiziert	im Laufe d. Behandl. diagnost.	Fraktur- seite	entge- genges. Seite	zus.
einseitige Seitenband- verletzung	5	5	8	2	10
allgemeine Bandlocke- rung	1	1	-	-	2
Zusammen	6	6			12

Mitverletzung der Seitenbänder

Mitverletzung der Kreuzbänder

Bei 6 frisch Verletzten bestand ein Schubladenphaenomen. Da allerdings bei 2 dieser Patienten eine Eminentia-Fraktur vorlag und bei 1 Verletzten die Zertrümmerung des Tibiakopfes auch das Eminentiamassiv betraf, kann die Schublade in 3 von 6 Fällen auch durch die Mobilisierung der knöchernen Verankerung der Kreuzbänder verursacht worden sein. Bei 3 Kranken muß jedoch eine Verletzung der Kreuzbänder selbst angenommen werden.

Mitverletzung des Meniskus

Bei 85 Fällen wurde nur ein einziges Mal im Laufe der Behandlung eine Verletzung an einem Meniskus festgestellt. Auch unter den - allerdings nur wenigen - operativ versorgten Brüchen war keiner, bei dem die Gelenkeröffnung

eine Schädigung des Meniskus ergab. Die Nachuntersuchungen zeigten hingegen bei 11 Patienten deutliche Zeichen eines Meniskusschadens, die wohl am frisch verletzten Gelenk von den Symptomen der Fraktur überdeckt waren.

Frakturen am vorgeschädigten Kniegelenk

Bei der Erhebung des Befundes ist die Berücksichtigung schon bestehender Schäden am betroffenen Kniegelenk, die nicht auf die eben erlittene Verletzung zurückzuführen sind, von großer Bedeutung. Diagnostische und prognostische Überlegungen müssen der allgemeinen Qualität des Gelenkes Rechnung tragen. An 11 frisch frakturierten Gelenken zeigten sich auf dem Röntgenbild bereits bestehende arthrotische Veränderungen. Darunter befand sich ein Verletzter, der nach 21 Jahren zum zweiten Mal am gleichen Bein eine Tibiakopffraktur erlitt.

Tabelle X

röntgenologisch Zeichen einer Arthrosis de- formans vorhanden	arthrotische Gelenkveränderungen			zus.
	leichte	mäßige	schwere	
Zahl der Fälle	3	5	3	11

Frakturen am vorgeschädigten Kniegelenk

In fast 13 % erfolgte der Tibiakopfbruch also an einem bereits vorgeschädigten Gelenk.

V. Behandlungsmethoden an der Chirurgischen Universitätsklinik München

An der Chirurgischen Universitätsklinik München wurde in den Jahren 1956 bis einschließlich 1961 meist eine konservative Behandlung der Tibia-

kopffrakturen durchgeführt. Nur in 7 Fällen wurde ein operativer Eingriff vorgenommen.

Tabelle XI

Behandlungsmethode	Konservative Behandlung	Operative Behandlung		
		Operative Reposition durch:		Arthrodese
		Verschraubg.	Spanhebg.	
Zahl d. Fälle	78	5	1	1
Prozentsatz	92 %	8 %		

Gegenüberstellung der konservativ und operativ behandelten Fälle

Bei 18 Verletzten war zu Beginn der Behandlung die Versorgung von Weichteilwunden im Frakturbereich erforderlich. Kniegelenkpunktionen wegen eines stärkeren blutigen Ergusses wurden in 34 Fällen vorgenommen; das sind 40 % aller behandelten Fälle.

Tabelle XII

Punktion eines Haemarthros	1 x	2 x	3 x	insg.	Prozentsatz
Zahl der Fälle	27	4	3	34	40 %

Kniegelenkpunktion wegen Haemarthros

a) Konservative Behandlung

Die Einrichtung dislozierter Bruchstücke wurde durch manuelle und Zwingenkompression, durch Extensionsmaßnahmen (kurzfristig oder Dauerzug) und bei Ruhigstellung in Gipsverbänden häufig durch Fixierung in Überkorrektur angestrebt.

Das verletzte Bein wurde in vielen Fällen kurzfristig (bis zum Rückgang von Schwellungen im Frakturbereich) oder auch für mehrere Wochen auf der VOLKMANN-Schiene oder der BRAUN'schen Schiene gelagert. In Schwebevorrichtungen wurde das Bein nur selten gelagert. Durch einen Calcaneus-KIRSCHNER-Draht wurde mitunter bei Lagerung auf der BRAUN'schen Schiene ein Dauerzug ausgeübt.

In fast allen Fällen wurde die frakturierte Extremität nach Abschwellung und nach Heilung von Weichteilwunden im Gipsverband fixiert. Der Ruhigstellung in zirkulären Oberschenkelgipsverbänden schloß sich teilweise später Lagerung in Gipsschalen oder Fixierung mit Gipslonguetten an.

Je nach Bruchform, Stärke der Dislokation und Allgemeinzustand wurde unter den verschiedenen Möglichkeiten der Ruhigstellung gewählt, wobei wiederholte Röntgenkontrollen über Stand der Fragmente und Fortschritte in der Konsolidierung informierten.

1) Spaltbrüche

Von 33 Spaltbrüchen wurden 29 konservativ behandelt. Da 4 Verletzte während der Behandlungszeit nach auswärts entlassen werden mußten, kann hier nur über 25 Spaltfrakturen ein vollständiger Überblick gegeben werden.

Tabelle XIII siehe nächste Seite

Tabelle XIII

25 Fälle	durchschnittl. Dauer d. Maßnahmen (in Wochen)			Zahl der Fälle	Repositionsmaßnahmen
	Schiene	Gipsverband	Extension		
Lagerung auf <u>Schiene</u> allein	3 Wo.	-	-	1	-
Zuerst Lagerung auf <u>Schiene</u> , dann <u>Gipsverband</u>	1 Wo.	6 Wo.	-	19	1x Kompression (Schraubenzwinge)
Erst <u>Schiene</u> und <u>Dauerzug</u> , danach <u>Gipsverband</u>	3 Wo.	6 Wo.	3 Wo.	1	Calcaneusdrahtextension
Ruhigstellg. in Gipsverband allein	-	8 Wo.	-	4	1x manuelle Kompression

Konservative Behandlung der Spaltbrüche

Maßnahmen zur Verbesserung der Fragmentstellung waren nur bei 3 Spaltbrüchen notwendig. Die Calcaneusdrahtextension mit durchschnittlich 7 kg ergab eine gute Fragmentstellung. Durch die manuelle Kompression gelang es, eine fast 1 cm breite Diastase zwischen Tibiakopf und abgespaltenem Fragment auszugleichen. Die in einem Fall angewandte Kompression mit einer Schraubenzwinge ergab jedoch röntgenologisch keine wesentliche Verbesserung der Frakturstellung.

Der Schwerpunkt der Behandlung lag in einer fixierten Ruhigstellung im Oberschenkelgipsverband. Bei einer nur 3 Wochen auf einer VOLKMANN-Schiene gelagerten Fraktur handelte es sich um eine kleine Abspaltung an der lateralen Tibiakopfkannte.

2) Kompressionsbrüche

24 von 20 Kompressionsbrüchen wurden konservativ behandelt. Hiervon wurden 4 vor Abschluß der Behandlung nach auswärts überwiesen. 20 Kompressionsfrakturen wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik München bis zur Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit behandelt.

In über der Hälfte der konservativ behandelten Fälle erfolgte sofortige Fixierung des Bruches im Oberschenkelgipsverband, meist mit Überkorrektur einer Varus- oder Valgusabknickung. Die eingegipste Extremität wurde dann zwischen Sandsäcken gelagert. Bei einem Fall mit erheblicher Eintauchung des Bruches wurde vor dem Eingipsen eine wesentliche Anhebung der abgesunkenen medialen Gelenkfläche durch kräftige Extension unter Röntgenkontrolle erreicht. Die Elevation des Unterschenkels in einer Schwebvorrichtung vor Anlegen des Gipses erwies sich bei einem Verletzten als günstig für die Bruchstellung: Die Kontrollbilder zeigten innerhalb von 14 Tagen eine deutliche Verringerung der Gelenkflächeneintauchung.

Tabelle XIV siehe nächste Seite.

Tabelle XIV

20 Fälle	durchschnittl. Dauer der Maß- nahmen (Wochen)				Zahl der Fälle	Repositions- maßnahmen
	Schiene	Gips	Exten- sion	Schwebe		
Oberschenkelgipsverband	-	7 Wo.	-	-	11	Gipsverband in Überkorrektur der seitlichen Abknickung
Schiene, dann Oberschenkelgipsverb.	10 Tge	7 Wo.	-	-	7	Überkorrektur, 1x Extension unter Röntgenkontrolle
Schiene u. Extension, dann Oberschenkelgipsverb.	3 Wo.	7.1/2 Wo.	2 Wo.	-	1	Dauerextension durch Calcaneus-KIRSCHNER-Draht
Unterschenkel in Schwebe aufgehängt, dann Gipsverband	-	7 Wo.	-	2 Wo.	1	-

Konservative Behandlung der Kompressionsbrüche

3) Bikondyläre Brüche

5 X-förmige und 1 V-förmiger bikondylärer Spaltbruch wurden durch Ruhigstellung zur Ausheilung gebracht, während 2 Verletzte kurze Zeit nach dem Unfall in der Klinik verstarben.

Tabelle XV siehe nächste Seite.

Tabelle XV

6 Fälle	durchschnittl. Dauer der Maßnahmen (in Wochen)			Zahl der Fälle	Repositions- maßnahmen
	Schiene	Gips	Exten- sion		
Oberschenkelgipsverband	-	12Wo.	-	3	1 x Einrichtg. in Vollnarkose auf dem Extensions- Tisch
Lagerung auf Schiene, dann O-Schenkelgipsverb.	1 Wo.	7 Wo.	-	2	-
Schiene und Extension, dann O'schenkelgipsverb.	5 Wo.	5 Wo.	5 Wo.	1	Dauerzug

Konservative Behandlung der bikondylären Brüche

Die Ruhigstellung war hier mit durchschnittlich über 10 Wochen bedeutend länger als bei den Spalt- und Kompressionsbrüchen. Bei einer Patientin bestand an der lateralen Tibiagelenkfläche eine stärkere Einstauchung im Bereich des Frakturspaltes. Eine gute Reposition gelang hier in Vollnarkose bei Lagerung auf dem Extensions-tisch.

4) Trümmerbrüche

Von 8 Trümmerfrakturen wurden 7 konservativ versorgt. Eine Drahtextension am Fersenbein wurde in 5 Fällen vorgenommen. Die durchschnittliche Dauer der Ruhigstellung lag bei dieser schweren Bruchform mit 12 Wochen am höchsten.

Tabelle XVI

7 Fälle	durchschnittl. Dauer d. Maßnahmen (Wochen)			Zahl der Fälle	Repositionsmaßnahmen
	Schiene	Gips	Extension		
O'schenkelgipsverband	-	13Wo.	-	1	-
Schiene, dann O'schenkelgipsverband	2 Wo.	14Wo.	-	1	-
Schiene und Drahtextension, dann O'schenkelgipsverband	3 Wo.	7.1/2 Wo.	3 Wo.	5	Dauerzug, 1x manuelle Kompression in Allgemein-Narkose

Konservative Behandlung der Trümmerbrüche

Bei einem Patienten war der laterale Condylus femoris in die stark eingebrochene und verbreiterte laterale Tibia-gelenkfläche subluxiert. In Allgemeinnarkose konnte bei liegendem Drahtzug die Luxationsstellung beseitigt und durch manuelle Kompression besonders die Verbreiterung des lateralen Kondylengebietes verringert werden. Die Einstauchung konnte allerdings weder lateral noch medial behoben werden.

5) Subcapitale Brüche

Eine Patientin wurde nach kurzfristiger Lagerung der Fraktur auf der VOLKMANN-Schiene wegen einer schweren chronischen Polyarthrit in eine Medizinische Klinik verlegt. Die beiden anderen Verletzten erhielten nach 1 bzw. 4-wöchiger Lagerung auf der BRAUN'schen Schiene einen Oberschenkelgipsverband für 6 Wochen. Eine Dislokation der distalen Tibia- und Fibulafragmente nach medial und eine gleichzeitige Abwinkelung um ca. 8° nach lateral

mußte in einem Fall korrigiert und eine aus der offenen Wunde hervorragende Knochenspitze mit der LUER'schen Zange abgetragen werden. Bei diesem Patienten wurde am Calcaneus-KIRSCHNER-Draht 4 Wochen Dauerextension ausgeübt.

6) Brüche der Eminentia intercondylica

Alle 6 Verletzten wurden konservativ behandelt. Die Ruhigstellung dauerte im Durchschnitt 6.1/2 Wochen (davon 8 Tage Lagerung auf einer Schiene und ca. 37 Tage Gipsverband). Eine Extension wurde in keinem Fall angewandt.

7) Bruch der Tuberositas tibiae

Nur 1 Fall wurde in 6 Jahren beobachtet. Das Bein wurde 11 Wochen im zirkulären Gipsverband fixiert, der wegen einer infizierten Weichteilwunde im Frakturbereich gefenstert war.

b) Operative Behandlung

6 Tibiakopfbrüche wurden innerhalb von 6 Jahren operativ reponiert. Die Eingriffe erfolgten durchschnittlich 6 Tage nach dem Unfall. Entscheidend für den Entschluß zum operativen Vorgehen war in allen Fällen die Erkenntnis, daß eine befriedigende Frakturstellung durch konservative Maßnahmen nicht zu erreichen sei.

Operiert wurden 1 lateraler Kompressionsbruch, 3 laterale und 1 medialer Spaltbruch sowie 1 Trümmerbruch. Bei der Kompressionsfraktur und bei 2 Spaltbrüchen, deren Bruchspalten stark imprimiert waren, bestand die Aufgabe des Eingriffes hauptsächlich in der Beseitigung der Einstauchung. Die beiden anderen Spaltbrüche wiesen erhebliche Fragmentdiastasen auf, so daß die Operation vor al-

lem die Fixierung des abgesprengten Fragmentes am Tibiakopf zum Ziel hatte. Bei dem Trümmerbruch war die Wiederherstellung des gesamten zertrümmerten Tibiakopfes erforderlich, wobei medial auch eingestauchte Knochenstücke gehoben werden mußten. Sämtliche Eingriffe wurden unter Röntgenkontrolle vorgenommen.

Es wurden 3 Männer und 3 Frauen im Alter von 30 - 69 Jahren operiert. In keinem der 6 Fälle traten während oder nach der Operation Komplikationen auf. Das autoplastische Transplantat aus der Spina iliaca ventralis heilte gut ein. Schrauben und Nägel wurden vom Gewebe gut vertragen. Postoperativ wurde durchschnittlich 7.1/2 Wochen im Oberschenkelgipsverband ruhiggestellt (siehe Tabelle XVII S.89).

Über einen Patienten, dessen Kniegelenk operativ versteift wurde, wird an anderer Stelle (siehe Seite 98) berichtet.

VI. Behandlungsdauer

Die Dauer der Bruchbehandlung wird durch die Dauer der Ruhigstellung, den Beginn der Bewegungsübungen und das Einsetzen der Belastung des verletzten Beines bestimmt. Sie ist nicht nur von dem Frakturtyp abhängig, sondern auch innerhalb einer Gruppe von Bruchformen je nach Ausmaß der Dislokation, Zunahme der Konsolidierung und Allgemeinzustand recht unterschiedlich.

Sofort nach dem Unfall bzw. nach dem Abschwellen des Gelenkes einsetzende Bewegungsübungen, also eine Frühmobilisation, wurden bei keinem der Fälle durchgeführt. Auch bei operativ fixierten Brüchen setzte die Bewegungskbehandlung im Sinne einer Spätmobilisation ein (durchschnittlich nach über 5 Wochen Behandlungsdauer). Während

Tabelle XVII

Pat.	Bruchform und Indikation zur Operation:	Art u. Verlauf des operativen Vorgehens:	postoperative Maßnahmen und Behandlungsergebnis:
J.L. 47 J.	Lat. Kompressionsbruch; Einstauchg. um 1,5 cm, konservativ (Gips in Vaku- rüberkorrektur) nicht zu beheben.	Hebung d. lat. Gelenkfläche mit d. STEINMANN-Nagel, Knochenspan aus der Spina iliaca ant. sup. wird darunter eingeschlagen.	7 Wo. O'schenkelgips, Nagel nach 8 Tg. entfernt; 13 Wo. postop.: Bein standfest, Funktion 1800/900
H.V. 69 J.	lat. Spaltbruch, starke Kompression, manuelle Reposition und Drahtextension erfolglos	Fragment mit dem STEINMANN-Nagel gehoben, Fixierung mit MATTI-Schraube u. Gegenmutter, (ohne Arthrotomie)	7 1/2 Wo. O'schenkelgips, Schraube nach 8 Mon. entfernt; nach 5 J.: Bein standfest, Funktion 1800/800
G.H. 52 J.	lat. Spaltbruch mit 1 cm tiefer Einstauchung am Bruchspalt, konservativ nicht reponierbar	Verschraubung nach ANDREBSEN ohne Gelenkeröffnung	8 Wo. O'schenkelgips, Schraube nach 11 Mon. entfernt; nach 4 J.: Bein standfest, Funktion 1800/650
G.H. 60 J.	breit klaffender med. Spaltbruch, Fragment manuell nicht reponierbar	Gelenkeröffnung, Reposition, ANDREBSEN-Schraube	8 Wo. O'schenkelgips, Schraube nach 10 Wo. entfernt, 13 Wo. postop.: Bein standfest, Funktion 1800/700
R.L. 48 J.	Trümmerbruch, Tibiakopf um 1,5 cm verbreitert, med. starke Einstauchg., Drahtextension u. seitl. Kompression erfolglos	Gelenkeröffnung, Richtigstellung aller Fragmente, Verschraubg. nach ANDREBSEN	7 Wo. O'schenkelgips, nach 10 Wo. Schraube entfernt, nach 3 1/2 J. standfestes Bein, Funktion 1750/900
A.M. 30 J.	lat. Spaltbruch, Bruchspalt über 1,5 cm breit, lat. Fragment manuell nicht reponierbar (op. Befund: Weichteile im Bruchspalt eingeklemmt).	Gelenkeröffnung, Reposition nach Beseitigung interponierter Weichteile, MATTI-Schraube, 2. Schraube parallel dazu (Verhinderung axialer Drehg.)	7 Wo. O'schenkelgips, Schraube nach 7 Mon. entfernt; nach 2 1/2 J.: standfestes Bein, Beugung um ca. 1/4 eingeschränkt.

Operativ behandelte Fälle

des stationären Aufenthaltes wurden nach vorsichtigen Bewegungsübungen (häufig wurden zirkuläre Gipsverbände hierzu geschalt) die Patienten allmählich zum unbelasteten Gehen im Gehwagen geführt.

Die Belastung des verletzten Beines - zuerst mit einem Teil des Körpergewichtes - erfolgte ebenfalls nach und nach. Waren die Kranken schon während der Dauer der Ruhigstellung nach Hause entlassen worden, dann wurden sie durch das Ambulatorium gemeinsam mit der heilgymnastischen Abteilung in regelmäßigen Abständen überwacht und ambulant behandelt. Die Dauer der einzelnen Behandlungsphasen insgesamt stimmt mit derjenigen bei den stationär Behandelten überein.

Operativ reponierte und fixierte Brüche konnten nicht wesentlich früher belastet werden, zumal es sich durchwegs um schwere Frakturen mit starker Dislokation handelte (siehe Tabelle XVII, S. 89).

Die Tabelle XVIII berücksichtigt bei den Spaltbrüchen auch mehrere leichte Absprengungen, bei denen das Kniegelenk sehr früh wieder gebrauchsfähig wurde. Daraus erklärt sich der hier verhältnismäßig frühe Beginn der Belastung (Tabelle XVIII, S. 91).

Die längste Ruhigstellung und das längste Abwarten bis zur Belastung waren bei den Trümmerfrakturen erforderlich. Die bikondylären Frakturen benötigten ebenfalls eine sehr lange Behandlungszeit. Bemerkenswert ist der frühe Termin der Bewegungsbehandlung bei Kompressionsbrüchen, die früher als die Spaltfrakturen mobilisiert, aber erst später belastet werden konnten. Die längste Zeitspanne bis zur Belastbarkeit benötigte eine Zertrümmerung mit 18 Wochen (siehe Tabelle XIX, S. 91).

Tabelle XVIII

Bruchform	Dauer der Ruhigstellg. in Wochen (Mittelwert)	Beginn d. Bewegungsübungen in Wochen (Mittelwert)	Beginn d. Belastung in Wochen (Mittelwert)
Spaltbrüche	7 Wo.	6.1/2 Wo.	8.1/2 Wo.
Kompres-sionsbrüche	8 Wo.	5.1/2 Wo.	9 Wo.
Bikondyläre Brüche	über 10 Wo.	7.1/2 Wo.	11 Wo.
Trümmerbrüche	knapp 12 Wo.	8 Wo.	13 Wo.
Subcapitale Brüche	8.1/2 Wo. (bei 2 Fällen)	1x 2 Wo., 1x 6.1/2 Wo. (bei 2 Fällen)	1x 2 Wo., 1x 6.1/2 Wo. (bei 2 Fällen)
Eminentia-brüche	6.1/2 Wo.	über 4 Wo.	7.1/2 Wo.
Brüche der Tuberositas	11 Wo. (1 Fall)	4.1/2 Wo. (1 Fall)	5 Wo. (1 Fall)

Überblick über konservativ behandelte Fälle

Tabelle XIX

Pat. X	Bruchform	Verfahren	Ruhigstellg.	Beginn d. Bewegungsübungen nach:	Beginn der Belastung nach:
I	lat. Kompres-sionsbruch	Spanhebung	7 Wo.	7 Wo.	10.1/2 Wo.
II	lat. Spaltbruch mit Einsteaughg.	Verschraubung (MATTI-Schraube)	7.1/2 Wo.	5 Wo.	8 Wo.
III	lat. Spaltbruch mit Einsteaughg.	Verschraubung (AN-DRESEN)	8 Wo.	5 Wo.	7 Wo.
IV	med. Spaltbruch (klaffend)	Verschraubung (AN-DRESEN)	8 Wo.	4 Wo.	12 Wo.
V	Trümmerbruch	Verschraubung (AN-DRESEN)	7 Wo.	6.1/2 Wo.	9.1/2 Wo.
VI	lat. Spaltbruch (klaffend)	Verschraubung (MATTI-Schraube)	7 Wo.	3.1/2 Wo.	? (erfolgte auswärts)

Überblick über die Behandlungsdauer der operativ behandelten Fälle

Behandlungsdauer bei Patienten über 70 Jahre

Die späte Belastbarkeit der Tibiakopfbrüche bei 9 Patienten im Alter von über 70 Jahren ist auf die fast durchwegs schweren Frakturformen zurückzuführen, die in dieser Altersgruppe gesehen wurden. Bei einer 71-jährigen Patientin mit einem V-förmigen bikondylären Bruch wurden Bewegungsübungen schon 6 Tage nach dem Unfall unternommen; bei den anderen 8 Fällen liegt der Beginn der Bewegung bei 7.1/2 Wochen. Alle 9 Patienten über 70 Jahre wurden konservativ behandelt.

Tabelle XX

Zahl der Patienten über 70 J.	Ruhigstellung (Mittelwert)	Beginn der Bewegungsbehandlung nach: (Mittelwert)	Beginn der Belastung nach: (Mittelwert)
9	10 Wo.	6.1/2 Wo. (davon 1x nach 14 Tagen)	12 Wo.

Behandlungsdauer bei Patienten über 70 Jahre

Arbeitsfähigkeit

Die ambulante Nachbehandlung mußte teilweise noch längere Zeit über den Zeitpunkt der Arbeitsfähigkeit hinaus fortgesetzt werden. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit hängt von der Schwere der Fraktur, der Heilungsgeschwindigkeit, aber auch vom Beruf des Patienten ab. So kann schwere körperliche Arbeit erst viel später gestattet werden als eine Bürotätigkeit. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit schwankt bei unseren Patienten zwischen 11 und 37 Wochen. Unter den berufstätigen Patienten, bei denen der genaue Termin der Arbeitswiederaufnahme bekannt war, wurde eine durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit von 19 Wochen errechnet.

VII. Nachbehandlung

Die Mehrzahl der an der Chirurgischen Universitätsklinik München behandelten Schienbeinkopfbrüche wurde einer krankengymnastischen Nachbehandlung zugeführt. Bei guter Mitarbeit der Patienten konnte hier meist eine entscheidende Verbesserung der eingeschränkten Beweglichkeit des Kniegelenkes erzielt werden. Massagen und passive Mobilisierungsversuche wurden am betroffenen Gelenk nicht durchgeführt. In einigen Fällen wurde die Muskulatur des nicht verletzten Beines massiert.

Wegen Schwellungen im Unterschenkelbereich wurde bei 22 Patienten (knapp 26 % der Fälle) für längere Zeit ein Unterschenkel-Zinkleimverband angelegt. Eine Wärmebehandlung erfolgte, wenn nötig, meist in Form von Heißluft. Die mitunter unbefriedigenden Durchblutungsverhältnisse an dem frakturierten Bein wurden während der Nachbehandlungszeit zusätzlich mit durchblutungsfördernden Medikamenten behandelt.

VIII. Behandlung der Begleitverletzungen

Bei Anzeichen einer Bändermitverletzung waren meist keine zusätzlichen therapeutischen Schritte notwendig. Die bei einem operierten Spaltbruch festgestellte Zerreißung am lateralen Kapselbandapparat wurde selbstverständlich vernäht, ein Verdacht auf einen Riß des Kollateralbandes hatte vor der Operation nicht bestanden.

3 Patienten mußten nach Ausheilung der Fraktur wegen eines Wackelkniees einen Schienenhülsenapparat tragen. Bei einer Patientin war eine Raffung des Außenbandes nach Konsolidierung des Bruches vorgesehen, unterblieb dann aber.

Eine allgemeine Kapsel- und Bandlockerung dürfte sich bei einem der 3 Verletzten infolge recidivierender Reizergüsse entwickelt haben. Dieser Patient hatte 10 Tage nach der operativen Reposition des Trümmerbruches wiederholt in angetrunkenem Zustand das Bein belastet. In der Folgezeit mußte dann mehrmals seröses Exsudat abpunktiert werden. Die Gelenkeröffnung anlässlich der Verschraubung hatte keine Bänderläsion ergeben.

Zeichen eines Meniskusschadens wurden nur bei einem frischen Tibiakopfbruch gefunden. Ohne operativen Eingriff heilte die Fraktur in guter Stellung aus. Bei der Nachuntersuchung konnte kein krankhafter Befund am Meniskus festgestellt werden.

Sämtliche begleitenden Frakturen im proximalen Fibulabereich heilten in guter Stellung aus. Die Behandlungszeit der Tibiakopffraktur wurde hierdurch nie verlängert. Gesonderte Maßnahmen mußten wegen der Fibulabrüche nicht ergriffen werden.

Verletzungen der größeren Gefäße und der Nerven im Frakturbereich bestanden bei keiner der 85 Frakturen. Weichteilwunden wurden sorgfältig excidiert und entsprechend versorgt, Gipsverbände im Bereich der Wunden gefenstert. Eine antibiotische Prophylaxe war teilweise notwendig. Schwere Infektionen wurden in der Folgezeit nicht gesehen.

IX. Fälle mit Todesfolge

Von den mit einer Tibiakopffraktur eingelieferten Patienten starben kurze Zeit nach dem Unfall 2 Verletzte an den Folgen der Verletzungen; das sind bei 85 Patienten 2,4 %.

FALL 1: Der 67-jährige Adolf T. wurde am 26.11.1957 von einem LKW als Fußgänger angefahren.

Anamnese: Patient leidet seit vielen Jahren an einem Diabetes mellitus und ist auf Nadisan eingestellt.

Aufnahmebefund:

=====

Allgemein: Der Verletzte ist gut ansprechbar, der Unfallhergang ist erinnerlich, Pupillenreaktion auf Licht und Convergenz normal; Atmung: gut. Puls: regelmäßig, aber kraftlos, RR: 100/60 mm Hg. Keine Zeichen einer intrathorakalen bzw. intraabdominalen Verletzung.

Lokal: Erhebliche Bewegungseinschränkung im linken Kniegelenk und starke Schwellung im Kniegelenkbereich.

Röntgenbefund:

Li. Kniegelenk: Y - F r a k t u r u n d F i b u l a -
k ö p f c h e n f r a k t u r l i . o h n e w e s e n t -
liche Fragmentdislokation.

Sonst: Oberarmkopf- und -schaftfraktur, Olecranonfraktur re.. Fraktur 7. Rippe re.,
ausgeprägte Gefäßsklerose.

Therapie:

=====

Bluttransfusionen, Plasma, Wärmetücher, Dolantin, Lagerung des linken Beines auf der BRAUN'schen Schiene; TAT-Serum, Oberarmschiene, Lagerung des Unterarmes auf einem Sandsack, Infusionen (Blut und Plasma).

Verlauf:

=====

Die Kreislaufverhältnisse verschlechtern sich trotz Bluttransfusionen und Plasmagaben. Nach wenigen Stunden Exitus.

Todesursache:

=====

M a s s i v e F e t t e m b o l i e n .

FALL 2: Der 62-jährige Mathias K. wurde am 9.6.61 als Fußgänger von einem PKW angefahren.

Aufnahmebefund:

=====

Allgemein: Zeichen eines schweren Schockzustandes (Puls schwach, RR: 80/60 mm Hg). Das Abdomen ist weich, der Thorax perkutorisch unauffällig.

Lokal: Ausgedehntes Haematom über dem rechten Hüftgelenk und dem proximalen Oberschenkeltrittel, der rechte Oberschenkelstumpf weist eine abnorme Beweglichkeit und eine deutliche Medianabwinklung auf. Tiefe Weichteilwunden und starke Schwellung im Tibiakopfbereich. Luxation im rechten oberen Sprunggelenk.

Röntgenbefund:

Re. Kniegelenk: Trümmerfraktur des Tibiakopfes, Fibulafaktur unterhalb des Capitulum; starke Dislokation einzelner Fragmente, mehrere Frakturlinien ziehen in das Kreuzbandhöckermassiv hinein.

Sonst: Fraktur des Oberschenkelstumpfes re. mit Zertrümmerung des Trochanter maior, Luxationsgefahr des Malleolus tibialis re., Fraktur des 10. Brustwirbelkörpers, der 6. Rippe li. und des Os pubis li..

Therapie:

=====

Schockbekämpfung (Transfusionen, Plasmazufuhr). Operative Wundversorgung am Tibiakopf; Anlegen eines Extensionsdrahtes am re. Oberschenkel;

wegen drohender Hautperforation an der Luxationsfraktur Unterschenkel-Gipsverband (wird sofort gespalten).

Verlauf:

=====

Trotz gezielter Schocktherapie mit Blut- und Plasmazufuhr schlechte Kreislaufverhältnisse (systolischer Blutdruck 60 - 80 mm Hg). Unter den Zeichen eines unbeeinflussbaren Herz- und Kreislaufversagens Exitus nach wenigen Stunden.

Obduktionsbefund:

=====

Abdomen: Ca. 50 ccm flüssiges Blut in der Bauchhöhle, blutige Imbibierung der Darmschlingen.

Pulmo: Hypostase und Ödem der Lungen; Aspiration eines erbgroßen Speiserestes im linken Oberlappenbronchus.

Hirn: Hirnschwellung

Histologie: Fettembolie des Gehirns, schwere Fettembolie der Lunge; Fettembolie der Niere, sowie haemoglobinurische Nephrose.

Todesursache:

=====

F e t t e m b o l i e n

In beiden Fällen lagen neben Tibiakopffrakturen andere schwere Knochenbrüche vor, die in ihrer Gesamtheit auslösendes Moment für die massiven Fettembolien und damit Ursache des Todes waren. Bei dem einen Todesfall lag zusätzlich ein Diabetes mellitus vor. Allgemein wichtig erscheint die ständige Überprüfung der Kreislaufverhältnisse der Verletzten. In den aufgeführten Fällen konnten die Komplikationen trotz sofortiger und gezielter Maßnahmen nicht beherrscht werden.

X. Behandlung alter schlecht verheilte Brüche

Trat nach der Konsolidierung der Fraktur im Laufe der Zeit eine Arthrosis deformans auf, so wurde in manchen Fällen eine medizinisch-physikalische Behandlung eingeleitet. Neben den im Kapitel "Nachbehandlung" erörterten Maßnahmen für alte Brüche traten operative Korrekturen in den Hintergrund. Bei keinem der von 1956 bis einschließlich 1961 behandelten Schienbeinkopfbrüche wurde eine Plastik an einem alten Tibiakopfbruch durchgeführt. Hingegen wurde in einem Fall eine operative Versteifung des Kniegelenkes vorgenommen:

Ein 30-jähriger Mann hatte beim Sturz vom Motorrad einen medialen Kompressionsbruch mit einer starken Einstauchung erlitten. Der Bruch war in einer auswärtigen Klinik 12 Wochen in Gipsverbänden ruhiggestellt worden. 18 Wochen nach dem Unfall ergab sich folgender Befund: Im Bereich des rechten Kniegelenkes eine auffallende Deformierung, wobei der Unterschenkel verkürzt erschien und der Tibiakopf im Sinne eines Genu varum nach lateral verschoben war. Bei der Untersuchung wurde das Kniegelenk in leichter Beugung (170°) gehalten, aus welcher nur 10° Beugung, und gar keine Streckung ausgeführt werden konnten. Die Beinlänge von der Spina iliaca anterior superior zum Innenknöchel betrug links 94 cm, rechts nur 89 cm. Röntgenologisch zeigte sich im medialen und dorsalen Tibiakopfbereich ein Einbruch der Gelenkfläche auf $1\frac{1}{2}$ cm Tiefe. Der hintere Kreuzbandhöcker war von der Fraktur mitbetroffen. Es bestand eine Subluxation des Schienbeinkopfes nach lateral und vorn.

Wegen der mangelhaften Funktion und der starken subjektiven Beschwerden wurde eine Arthrodesen der Fragmente durchgeführt. Die Patella wurde würfelförmig in den Tibiakopf eingepaßt.

Nach Konsolidierung im Oberschenkelgipsverband wurde eine Synostose in achsengerechter Stellung beobachtet. Nach 12 Wochen war das versteifte Bein gut belastbar. Die Beinlänge von der Spina iliaca zum Innenknöchel betrug nun rechts 90 cm, links 94 cm.

Die Nachuntersuchung ergibt ein fest versteiftes Bein. Der Patient klagt allerdings über häufige Witterungsschmerzen im Bereich der Arthrodese und fühlt sich bei der Arbeit sehr behindert.

XI. Ergebnisse der Nachuntersuchungen

85 Patienten wurden in den Jahren 1956 bis einschließlich 1961 in der Chirurgischen Universitätsklinik München versorgt. Von 48 Patienten liegen ausführliche Spätergebnisse vor, das sind 56 % der behandelten Fälle. Es handelt sich um 25 Männer und 23 Frauen. Als Spätresultate werden nur Befunde gewertet, die mindestens 12 Monate nach dem ursächlichen Unfall erhoben wurden.

Bei 44 % konnte eine Nachuntersuchung nach Jahresfrist nicht durchgeführt werden, weil:

- 2 Patienten in der Klinik an den Unfallfolgen verstarben,
- 6 Patienten an interkurrenten Krankheiten inzwischen verstorben sind,
- 2 Patienten in das Ausland verzogen sind,
- 17 Patienten mit unbekannter Adresse verzogen sind,
- 10 Patienten trotz mehrmaliger Aufforderung nicht zu einer Kontrolluntersuchung erschienen sind,

Von 37 Patienten können also keine exakten Angaben über das Spätergebnis gemacht werden.

Das zeitliche Intervall zwischen dem Unfallgeschehen und der Nachuntersuchung, die hier ausgewertet wird, schwankt zwischen 1 und 7 Jahren (durchschnittlich 3.3/4 Jahre).

Gemäß dem aufgezeigten Behandlungsziel muß überprüft werden:

- a) Inwieweit Standfestigkeit und Kniegelenkfunktion wiederhergestellt werden konnten,
- b) welches anatomische Ergebnis erzielt wurde, soweit dies röntgenologisch festgestellt werden kann,
- c) welche subjektiven Beschwerden den Patienten aus der statischen, funktionellen und strukturellen Schädigung erwachsen sind,
- d) inwieweit Patienten durch Dauerschäden in der Ausübung ihres Berufes beeinträchtigt werden.

a) Standfestigkeit und Kniegelenkfunktion

Die Standfestigkeit des Kniegelenkes bedarf eines festen Gelenkverschlusses. Hierfür sind in erster Linie die Kollateralbänder verantwortlich. Die Stabilität des Kniegelenkes während des Gehens wird hingegen wesentlich von den Kreuzbändern gewahrt.

Ein ausgesprochenes Wackelknie besteht bei 4 nachuntersuchten Kranken. Eine Insuffizienz nur eines Seitenbandes, die sich durch eine vermehrte Aufklappbarkeit des inneren oder äußeren Gelenkspaltes feststellen läßt, wird bei 4 weiteren Patienten beobachtet.

Tabelle XXI

Ausgesprochenes Wackelknie	4 Fälle	8,4 %
Vermehrte Aufklappbarkeit am Innenband	2 Fälle	4,2 %
Vermehrte Aufklappbarkeit am Außenband	2 Fälle	4,2 %
Insgesamt	8 Fälle	16,8 %

Beeinträchtigung der Gelenkfestigkeit bei 8 nach-
untersuchten Fällen

Alle 4 Patienten mit einem Wackelgelenk hatten eine Kompressionsfraktur erlitten (3x lateral und 1x medial). Eine Patientin mit einem Wackelknie trägt ständig einen Schienenhülsenapparat, die anderen behelfen sich ohne Stützapparate.

40 Patienten (83 % der nachuntersuchten Fälle) besitzen ein völlig festes Kniegelenk.

Für das Standvermögen auf dem geschädigten Bein ist auch der Verlauf der Beinachse wesentlich. Stärkere Achsenabweichungen im Kniegelenk müssen auf die Dauer zu Ermüdungserscheinungen führen, da die einzelnen Bezirke der Gelenkfläche in verschiedener Stärke statisch beansprucht werden. Abnorme unfallbedingte Achsenabknickungen im Valgus- oder Varussinn sind durch Vergleich mit dem nicht betroffenen Bein festzustellen.

Tabelle XXII

Achse	Achse seitengleich	Achsenabknickung bis zu 10°	Achsenabknickung über 10°
Zahl der Fälle	28	12	8
in %	58 %	25 %	17 %

Achsenabweichung des verletzten Beines

Valgus- und Varusstellungen entstehen durch Absinken der lateralen oder medialen Kondylenfläche. Entsprechend der bedeutend häufigeren Brüche des lateralen Kondylus wird die posttraumatische X-Beinstellung viel öfter gesehen:

Von 20 Abknickungen der Gelenkachse verlaufen

18 im Sinne eines X-Beines (Valgusstellung)

2 im Sinne eines O-Beines (Varusstellung).

Die funktionellen Qualitäten des Kniegelenkes liegen hauptsächlich in Beuge- und Streckbewegung. Die folgenden Tabellen zeigen die Kniegelenkfunktion bei 48 nachuntersuchten Patienten unter Berücksichtigung des Alters der Verletzten, der Bruchform und des Grades der Dislokation am frisch frakturierten Tibiakopf. Aus Gründen der Übersichtlichkeit kann bei der Dislokation nur grob zwischen geringer, mittelstarker und starker Fragmentdislokation unterschieden werden. Die Altersangabe gilt für den Zeitpunkt des Unfalles.

Die funktionellen Spätergebnisse der Spaltfrakturen zeigen also in 1 Fall eine Streckhemmung, und nur ein Mal ein Beugevermögen von weniger als 90° ($180^{\circ}/100^{\circ}$). Bei 10 von 21 nachuntersuchten Patienten besteht ein uneingeschränktes Beuge- und Streckvermögen. Allerdings befinden sich unter den Spaltbrüchen auch die meisten leichten Bruchformen: 11 von 21 Frakturen zeigten nur eine Dislokation geringen Ausmaßes (siehe Tabelle XXIII, S. 103).

Von 17 Patienten mit einer Kompressionsfraktur haben 4 keinerlei Funktionsausfälle zurückbehalten. Diese Gruppe enthält nur 3 Fälle mit geringfügiger Fragmentdislokation. Unvollständige Streckung liegt in 2 Fällen vor, Beugemöglichkeit von weniger als 90° in 4 Fällen (siehe Tabelle XXIV, S. 104).

Das funktionelle Spätergebnis von 5 bikondylären Frakturen erscheint überraschend gut. 3 Patienten mit schwerer Dislokation der Kondylenfragmente erhielten wieder die volle Beweglichkeit des verletzten Kniegelenkes (siehe Tabelle XXV, S. 104).

Tabelle XXIII

Alter Geschlecht	Spaltbruch	Dis- lokation	Funktion
51 J. ♀	lateral	gering	nicht eingeschränkt
44 J. ♂	lateral	gering	nicht eingeschränkt
55 J. ♀	lateral	gering	nicht eingeschränkt
49 J. ♂	lateral m.Kom- pression	<u>mittel</u>	180°/80°
15 J. ♂	lateral (Kan- tenabsprengg.)	gering	nicht eingeschränkt
60 J. ♂	medial (Kanten- absprengung)	gering	nicht eingeschränkt
69 J. ♂	lateral m.Kom- pression	stark =====	180°/80°
52 J. ♂	lateral m.Kom- pression	stark =====	180°/65°
47 J. ♀	lateral	gering	nicht eingeschränkt
20 J. ♀	lateral (Kanten- absprengung)	gering	nicht eingeschränkt
47 J. ♀	lateral	gering	180°/100°
78 J. ♂	lateral	gering	180°/75°
13 J. ♂	medial	gering	nicht eingeschränkt
21 J. ♂	medial	gering	180°/90°
54 J. ♀	lateral m.Kom- pression	<u>mittel</u>	165°/80°
63 J. ♀	lateral m.Kom- pression	stark =====	180°/85°
58 J. ♂	medial	<u>mittel</u>	180°/85°
49 J. ♂	lateral m.Kom- pression	<u>mittel</u>	Beugg. um 1/4 eingeschränkt
18 J. ♂	lateral	<u>mittel</u>	nicht eingeschränkt
69 J. ♀	lateral	<u>mittel</u>	nicht eingeschränkt
33 J. ♀	lateral	stark =====	Beugg. um 1/4 eingeschränkt

Kniegelenkfunktion nach Spaltbruch

Tabelle XXIV

Alter Geschlecht	Kompressi- onsbruch	Dis- lokation	Funktion
32 J. ♂	medial	<u>mittel</u>	165°/90°
47 J. ♀	lateral	<u>mittel</u>	nicht eingeschränkt
36 J. ♂	lateral	<u>mittel</u>	180°/55°
50 J. ♂	lateral	<u>mittel</u>	170°/140°
57 J. ♂	lateral	<u>mittel</u>	180°/80°
67 J. ♀	lateral	<u>stark</u>	180°/60°
71 J. ♀	medial	<u>stark</u>	180°/75°
54 J. ♂	lateral	gering	nicht eingeschränkt
49 J. ♀	lateral	<u>stark</u>	180°/135°
68 J. ♀	lateral	<u>mittel</u>	180°/65°
39 J. ♂	lateral	<u>mittel</u>	180°/70°
48 J. ♀	medial	gering	nicht eingeschränkt
75 J. ♀	lateral	<u>stark</u>	180°/145°
44 J. ♂	lateral	<u>mittel</u>	180°/80°
47 J. ♂	lateral	<u>stark</u>	Beugg. um 1/2 ein- geschränkt
63 J. ♀	lateral	gering	nicht eingeschränkt
66 J. ♀	lateral	<u>mittel</u>	nicht eingeschränkt

Kniegelenkfunktion nach Kompressions-
bruch

Tabelle XXV

Alter Geschlecht	Bruchform	Dis- lokation	Funktion
56 J. ♂	V-förmig	<u>stark</u>	180°/60°
24 J. ♂	Y-förmig	<u>stark</u>	nicht eingeschränkt
55 J. ♀	Y-förmig	<u>stark</u>	nicht eingeschränkt
71 J. ♀	Y-förmig	<u>mittel</u>	Beugg. um 1/2 eingeschränkt
15 J. ♂	Y-förmig	<u>stark</u>	nicht eingeschränkt

Kniegelenkfunktion nach bikondylärem Bruch

Tabelle XXVI

Alter Geschlecht	Dislokation	Funktion
53 J. ♀	stark =====	170°/155°; keine Kreiselung
49 J. ♂	stark =====	175°/90°
66 J. ♂	stark =====	180°/120°

Kniegelenkfunktion nach Trümmerbruch

Von 3 nachuntersuchten Verletzten mit einem Trümmerbruch können 2 das Kniegelenk nicht durchstrecken. Nur 1 Patient kann bis zum rechten Winkel abbeugen.

Eminentiafrakturen

Hier konnte nur 1 Fall nachuntersucht werden. Es bestand ein Ausriß im Kreuzbandhöckermassiv mit geringer Dislokation. Die 55-jährige Patientin besitzt jetzt einen Bewegungsumfang von 180°/80° bei deutlich eingeschränkter Rotationsmöglichkeit im Kniegelenk.

Fraktur der Tuberositas tibiae

Die 33-jährige Verletzte - der einzige Fall im Krankengut der Klinik - hat keinerlei Bewegungseinschränkungen. Bei dem frischen Bruch lag keine stärkere Fragmentdislokation und keine Gelenkbeteiligung vor.

Inwieweit ein Zusammenhang zwischen dem funktionellen Endergebnis und der Schwere der Knochenverletzung besteht, soll in der folgenden Übersicht gezeigt werden:

Tabelle XXVII siehe nächste Seite.

Tabelle XXVII

Dislokation	Zahl der Fälle	Streckhemmung	Beugung weniger als 90°	Beugung über 90°, aber eingeschränkt	normale Funktion
gering	16	-	1	3	12
<u>mittel</u>	16	3	2	10	4
<u>stark</u>	16	2	5	8	3
Gesamtzahl	48	5	8	21	19
in %	100%	10%	17%	44%	40%

Zusammenhang zwischen Dislokationsgrad und funktionellem Endergebnis

Zwar unterscheiden sich die funktionellen Resultate bei mittlerer und starker Dislokation der Bruchfragmente nur unwesentlich voneinander, die bedeutend häufigeren Funktionsausfälle gegenüber der Gruppe der leicht dislozierten Brüche sind aber doch augenfällig. Nur bei 7 Frakturen mit mittlerer und stärkerer Dislokation konnte eine völlig freie Beweglichkeit im Kniegelenk wiederhergestellt werden.

Notwendig ist auch die Überprüfung der Altersabhängigkeit der funktionellen Ergebnisse bei Schienbeinkopfbrüchen.

Tabelle XXVIII

Altersgruppe	Zahl der Fälle	Streckhemmung	Beugung weniger als 90°	Beugung über 90°, aber eingeschränkt	normale Funktion
bis zu 20 J.	4	-	-	-	4
bis zu 40 J.	8	1	-	5	3
bis zu 60 J.	25	4	5	10	10
über 60 J.	11	-	3	6	2
zus.	48	5	8	21	19

Alter und funktionelles Ergebnis

Die Patienten unter 20 Jahren weisen also keinerlei Funktionsstörungen am Kniegelenk auf. Aus dieser Altersgruppe wurden 2 leichte Spaltfrakturen, eine Spaltfraktur mit mittelstarker Dislokation und ein schwerer Y-förmiger bikondylärer Bruch nachuntersucht. Von den Verletzten im Alter von über 60 Jahren haben nur 2 von 11 die ursprünglichen Bewegungsausmaße wiedererreicht. Allerdings sind unter diesen 11 älteren Patienten nur 2, die einen Bruch mit geringer Fragmentverschiebung erlitten hatten. Eine Beeinträchtigung des Streckvermögens besteht nur bei Patienten zwischen 20 und 60 Jahren.

Der Gang der Patienten wurde ebenfalls begutachtet. Freilich ist hier die Unterscheidung zwischen einem altersbedingt schwerfälligen Gang und einer traumatisch bedingten Störung des Ganges nicht immer leicht.

Tabelle XXIX

Hinken seit dem Tibiakopfbruch	16 Pat.	33 %
Hinken schon vor dem Tibiakopfbruch	4 "	8 %
Gang nur leicht beeinträchtigt	11 "	23 %
Gang unauffällig	17 "	35 %

Beeinträchtigung des Ganges

Bei 58 % der nachuntersuchten Fälle besteht eine unfallbedingte - wenn auch oft nur geringe - Störung beim Gehen. Eine Beziehung zwischen der Art des Ganges und der Funktion des Kniegelenkes kann nicht immer festgestellt werden; z.B. hinken einige Patienten, ohne eine nennenswerte Beeinträchtigung der Kniegelenkfunktion davongetragen zu haben.

Die Patienten wurden befragt, ob sie seit dem Tibiakopfbruch einen Stock benötigen.

Ein Stock wird ständig benutzt: 5 Nachuntersuchte
Ein Stock wird manchmal benutzt: 3 Nachuntersuchte
Keinen Stock benötigen: 40 Nachuntersuchte

Ein Teil der Kranken benützt also trotz gehemmter Fortbewegungsmöglichkeit keinen Stock.

Funktion und Beginn von Bewegung und Belastung

Es wird immer wieder gefordert, das frakturierte Bein frühzeitig zu mobilisieren. Vergleichende Untersuchungen darüber, nach welchem Zeitpunkt bewegt werden soll, um eine gute Funktion des Kniegelenkes wiederherzustellen, sind schwer möglich. Selbstverständlich werden Frakturen mit geringen Spalt- und Muldenbildungen eher bewegt und belastet als schwere Bruchformen. Die leichteren Tibiakopfbrüche haben natürlich im Durchschnitt eine bedeutend bessere Prognose hinsichtlich der Funktion. Es ist demnach nur zweckmäßig, Brüche von ungefähr gleichem Ausmaß hinsichtlich der Abhängigkeit des funktionellen Ergebnisses von Bewegungs- und Belastungsbeginn gegenüberzustellen. Die folgende Tabelle zeigt das funktionelle Resultat bei 16 Frakturen mit starker Dislokation, aufgeschlüsselt nach dem Bewegungsbeginn:

Tabelle XXX

Funktion	Bewegungsbeginn nach			
	3-5 Wo.	6-8 Wo.	9-11 Wo.	12 Wo. und später
Streckhemmung	2 Fälle	-	-	-
Beugung weniger als 90°	3 Fälle	-	2 Fälle	-
Beugg.eingeschränkt, aber über 90°	3 Fälle	2 Fälle	3 Fälle	-
volle Beweglichkeit	1 Fall	-	-	2 Fälle

Funktion bei starker Dislokation in Abhängigkeit vom Bewegungsbeginn

Wie die Übersicht zeigt, sind die funktionellen Ergebnisse bei diesen 16 Brüchen nicht wesentlich vom Bewegungsbeginn beeinflußt worden. 2 Frakturen mit völlig freier Beweglichkeit im Kniegelenk wurden über 12 Wochen ruhiggestellt.

Der Belastungsbeginn lag bei einem großen Teil der nachuntersuchten Patienten vor der 12. Behandlungswoche. Die funktionellen Ergebnisse sind bei der früheren Belastung aber nicht schlechter. Auch hierfür sei eine Übersicht bei 16 ausgesprochen schweren Brüchen angeführt:

Tabelle XXXI

Funktion des Kniegelenkes	Belastung nach	
	9 - 11 Wo.	12 Wo.u.später
Streckhemmung	-	2 Fälle
Beugung weniger als 90°	2 Fälle	4 Fälle
Beugung über 90°, aber eingeschränkt	5 Fälle	3 Fälle
volle Beweglichkeit	1 Fall	2 Fälle

Abhängigkeit der Funktion vom Belastungsbeginn
bei 16 schweren Brüchen

Von diesen 16 sehr schweren Tibiakopfbrüchen wurden 4 einer operativen Therapie unterzogen (das sind nur 8 % der nachkontrollierten Brüche). Für einen Vergleich operativer und konservativer Behandlungserfolge ist diese Zahl zu gering. Bin durchwegs gutes funktionelles Ergebnis wurde, wie die folgende Übersicht zeigt, bei allen 4 Frakturen erzielt. Der Patient mit dem operativ eingerichteten Trümmerbruch ist beim Gehen trotz des nicht vollständigen Streckvermögens wenig behindert.

Tabelle XXXII

Alter Geschlecht	Bruchform	Dislo- kation	op.Maß- nahme	Funktion	Gang
69 J. ♂	lat.Spalt- bruch mit Kompress.	stark	MATTI- Schraube	180°/80°	etwas stetzend
52 J. ♂	lat.Spalt- bruch mit Kompress.	stark	ANDREE- SEN- Schraube	180°/60°	leicht hinkend
49 J. ♂	Trümmer- bruch	stark	ANDREE- SEN- Schraube	175°/90°	leicht schlep- pend
33 J. ♀	lat.Spalt- bruch	stark	MATTI- Schraube	Beugung um 1/4 einge- schränkt	unauf- fällig

Funktion nach operativer Behandlung

Tabelle XXXIII

Alter, Geschlecht	Bruchform	Funktion	Gang
50 J. ♂	lat.Kompres- sion	170°/140°	stark hinkend
71 J. ♀	med.Kompres- sion	180°/75°	hinkend
49 J. ♀	lat.Kompres- sion	180°/135°	stark hinkend
75 J. ♀	lat.Kompres- sion	180°/145°	stark hinkend

Funktion bei mangelhaftem Gelenkschluß

3 Patienten mit Wackelgelenk zeigen zusätzlich eine erheblich eingeschränkte Beuge- und Streckmöglichkeit. Das Gehvermögen ist in allen 4 Fällen beeinträchtigt (siehe Tabelle XXXIII, S. 111).

Hingegen wird unter den 4 Kranken mit vermehrter Auf-

klappbarkeit des Gelenkspaltes auf einer Seite nur 1 mal eine leichte Beugehemmung beobachtet. Diese Verletzten zeigen auch nur geringe Störungen im Gehen.

Tabelle XXXIV

Alter, Geschlecht	Bruchform	Schubladenmechanismus	Funktion	Gang
53 J. ♀	Trümmerbruch (mit Eminentiaausriß)	vordere Schublade	170°/155°	hinkend
49 J. ♂	Spaltbruch (Bruchzone im Kreuzbandhöckerbereich)	vordere Schublade	180°/80°	etwas unsicher
58 J. ♂	med. Spaltbr. (Einbruch im Eminentia-bereich)	vordere Schublade	180°/85°	1)

1) Patient hinkt infolge Fußamputation im LISFRANC'schen Gelenk

Funktion bei Anzeichen eines Kreuzband-schadens

Das vordere Schubladenphänomen ist bei 4 Patienten auslösbar, das hintere in keinem Fall. In allen Fällen zeigte die frische Fraktur eine Beteiligung des Kreuzbandhöckerbereiches. Stärkere Symptome bei der Fortbewegung infolge dieser Lockerung des Kniegelenkes fallen nicht auf.

Funktion bei Anzeichen eines Meniskusschadens

Die Differentialdiagnose eines Meniskusschadens nach einer Tibiakopffraktur ist schwierig. Die Druckempfindlichkeit eines Gelenkspaltes kann mitunter durch traumatische Knorpelabsprengungen und durch arthrotische Prozesse ver-

ursacht sein. Das STEINMANN'sche Zeichen wird auch bei verletztem Innenband manchmal positiv; denn auch hierbei verursacht die Außenrotation Schmerzen.

Ein Verdacht auf einen Meniskusschaden besteht auf Grund der Nachuntersuchungen bei 9 Patienten (18 % der nachuntersuchten Fälle), und zwar 8 mal am Meniscus medialis und nur 1 mal am Meniscus lateralis.

Tabelle XXXV

Alter Geschlecht	Bruchform	Verdacht auf Menis- kusschaden
51 J. ♀	lateraler Spaltbruch	medial
32 J. ♂	medialer Kompressionsbruch	<u>medial</u>
50 J. ♂	lateraler Kompressionsbruch	medial
71 J. ♀	<u>medialer Kompressionsbruch</u>	<u>medial</u>
49 J. ♀	lateraler Kompressionsbruch	medial
55 J. ♀	Fraktur im Eminenti- amassiv	medial
54 J. ♀	lat.Spaltbruch mit Kompression	medial
39 J. ♂	lateraler Kompressionsbruch	medial
36 J. ♂	<u>lateraler Kompressionsbruch</u>	<u>lateral</u>

Fraktur und Verdacht auf Meniskusschaden bei der
Nachuntersuchung

Funktionsstörungen an benachbarten Gelenken

Eine einseitige Bewegungseinschränkung der Sprunggelenke an dem von der Fraktur betroffenen Bein besteht bei

3 nachuntersuchten Fällen, und zwar in Form einer erheblich reduzierten Dorsal- und Plantarflexion. Bewegungseinschränkungen im Hüftgelenk bestehen in keinem Fall.

Nervenschädigung

Bei den nachuntersuchten Patienten werden weder motorische noch sensible Ausfälle am verletzten Bein gefunden.

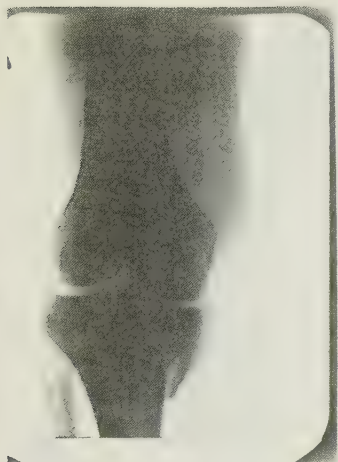
Befund der Beinmuskulatur

Die vergleichende Messung des Umfanges ergibt an der Oberschenkelmitte in 5 Fällen deutlich Unterschiede mit über 3 cm Differenz. Der Zeitraum zwischen Unfall und Nachuntersuchung beträgt bei allen diesen Fällen über 2.1/2 Jahre.

Bei einer Patientin ist der Umfang an der Oberschenkelmitte des verletzten Beines 6 cm geringer als der des gesunden Beines; die Wadenmuskulatur weist ebenfalls 4 cm Umfang-Differenz zum gesunden Bein auf.

b) Röntgenologischer Befund

Das anatomische Spätresultat einer Tibiakopffraktur kann am ehesten durch Röntgenkontrollaufnahmen beurteilt werden. Zurückgebliebene Knochendefekte, Stufen und Mulden in der Gelenkfläche weisen allgemein auf eine unvollständige Reposition von Knochenteilen hin. Das Vorliegen einer posttraumatischen sekundären Arthrosis deformans am verletzten Kniegelenk kann nur nach Vergleich mit den Röntgenbildern des gesunden Kniegelenkes beurteilt werden. Je nach dem Ausmaß osteophytärer posttraumatischer Neubildungen werden diese Veränderungen in 3 Gruppen eingeteilt: leichte, mittlere und schwere Veränderungen. Arthrotische Deformierungen der Kniegelenkstruktur, die



a)



b)

Abb. 17: Mediale Kompressionsfraktur bei einer 71-jährigen Patientin. Röntgenbefund am Unfalltag (2.12.1959).

a) a.-p.-Aufnahme b) seitliche Aufnahme



a)



b)

Abb. 18: Derselbe Fall wie in Abb. 17. Aufnahmen vom 15.5.1963: Mulde in der nach distal abgesunkenen medialen Tibiagelenkfläche, Randzackenbildung am medialen Tibia- und Femurkondylenrand, erheblich verschmälert Gelenkspalt, Varusstellung des Gelenkes (Funktion $180^{\circ}/75^{\circ}$, starke subjektive Beschwerden). a) a.-p.-Aufnahme, b) seitl. Aufnahme



a)



b)

Abb. 19: Y-förmiger bikondylärer Bruch mit leichter lateraler Kompression und Fibulaköpfchenfraktur. Aufnahmen vom 6.11.61 (Unfalltag). a) a.-p.-Aufnahme b) seitliche Aufnahme



a)



b)

Abb. 20: Gleicher Fall wie in Abb. 19. Aufnahmen vom 28.6.63: Leichte Mulde und ganz geringe Kerbe in der lateralen Gelenkfläche, Abflachung des Tuberkulum intercondylicum laterale. Klinisch keine Funktionseinschränkung, keine subjektiven Beschwerden. a) a.-p.-Aufnahme b) seitliche Aufnahme

schon zum Zeitpunkt des Unfalles bekannt waren, werden selbstverständlich nicht berücksichtigt, es sei denn, sie haben an dem vom Tibiakopfbruch betroffenen Kniegelenk seit dem Unfall bedeutend mehr zugenommen als am nicht-verletzten.

Wie zu erwarten ist, sieht man die geringsten arthrotischen Veränderungen auf den Kontrollbildern der Frakturen, die auch bei Behandlungsbeginn nur geringfügige Fragmentverlagerungen aufwiesen (siehe Abb. 19 und 20). Von 16 Tibiakopffrakturen mit einer leichten Knochendestruktion sind 13 ohne wesentliche röntgenologisch erfaßbare Veränderungen verheilt. Bei leichten Kompressionsbrüchen hat sich nur einmal eine posttraumatische Arthrosis deformans entwickelt.

Unter 16 ausgesprochen schweren Tibiakopfbrüchen zeigt nur ein einziger (ein Y-förmiger bikondylärer Bruch) auf der Kontrollaufnahme keine nennenswerten anatomischen Veränderungen.

In 17 Fällen sind muldenförmige Vertiefungen in der Gelenkfläche zurückgeblieben, in 13 Fällen stufenförmige Unterbrechungen (siehe Abb. 17 und 18).

Tabelle XXXVI siehe nächste Seite

Tabelle XXXVI

Ursprüngliche Bruchcharakteristik	Zahl der Fälle	Röntgenbefund der Nachuntersuchung			
		Rö.-Bild ohne wesentliche Strukturveränderungen	deutl. Mulde in der Gelenkfläche	deutl. Stufe in der Gelenkfläche	Zeichen einer posttraumatischen Arthrosis deformans
I) <u>Spaltbrüche:</u>	<u>21</u>				
Dislok.gering	11	10	-	1	-
" mittel	6	1	3	2	2
" stark	4	-	3	2	3
2) <u>Kompressionsbrüche:</u>	<u>17</u>				
Dislok.gering	3	1	1	-	1
" mittel	9	3	1	3	3
" stark	5	-	4	2	3
3) <u>Bikondyläre Brüche:</u>	<u>5</u>				
Dislok.mittel	1	-	1	-	1
" stark	4	1	1	1	1
4) <u>Trümmerbrüche:</u>	<u>3</u>				
Dislok.stark	3	-	3	2	3
5) <u>Eminentia-bruch</u>	<u>1</u>	1	-	-	-
6) <u>Bruch der Tuberositas tibiae:</u>	<u>1</u>	1	-	-	-
Zusammen:	<u>48</u>	18	17	13	17

Röntgenbefund der Nachuntersuchung im Hinblick auf den Erstbefund

Kleine Stufen am Gelenkflächenrand (also außerhalb der belasteten Kondylengebiete) sind hierunter nicht aufgeführt. Außer den Trümmerbrüchen zeigen stark dislozierte Spalt- und Kompressionsbrüche am häufigsten Konsolidierung in unbefriedigender Fragmentstellung. Bei je 2 Trümmer- und Kompressionsbrüchen zeigt die Kontrollaufnahme eine Abkipfung einer Kondylenfläche. Frakturbedingte Knochenlücken sind 2 mal zurückgeblieben (1 mal bei einem Spaltbruch, 1 mal bei einem Trümmerbruch).

17 von 48 nachuntersuchten Schienbeinkopfbrüchen (das sind 35 %) zeigen Veränderungen im Sinne einer posttraumatischen Arthrosis deformans. Die nachkontrollierten Trümmerfrakturen zeigen durchwegs sekundäre arthrotische Deformierungen. Die frakturbedingten Zerstörungen im Gelenkflächenbereich stellen einen sehr wichtigen Faktor für die Entwicklung posttraumatischer arthrotischer Prozesse dar. Dies zeigt sich auch in unseren röntgenologischen Spätergebnissen von 16 Frakturen mit sehr starker Knochenzertrümmerung: Hier finden wir 10 mal (also in 63 %) eine posttraumatische Arthrosis deformans.

Tabelle XXXVII

Dislokation	Zahl d.Fälle	Posttraumat.Arthrosis def.
gering	16	1 mal
mittel	16	6 mal
stark	16	10 mal

Allgemeine Übersichtstabelle der posttraumatischen Arthrosis deformans

Die Mehrzahl der nachuntersuchten Patienten (44 Fälle) wurde konservativ behandelt, so daß die Reposition vor allem bei Fragmenteinstauchung nicht vollständig möglich war. Die Zahl der nachkontrollierten operierten Brüchen ist gering (4 Fälle). Da nur sehr schwere Brüchen einer

Osteosynthese unterzogen wurden, sind erwartungsgemäß auch bei diesen Fällen Unebenheiten in der Tibiagelenkfläche zurückgeblieben. Im Vergleich zu nichtoperierten Brüchen gleichen Schweregrades sind die anatomischen Befunde auf dem Röntgenbild hier aber durchwegs besser, die posttraumatischen arthrotischen Veränderungen geringer.

Die folgende Tabelle zeigt, inwieweit frakturbedingte und posttraumatische arthrotische Unregelmäßigkeiten der knöchernen Struktur das funktionelle Ergebnis beeinflussen:

Tabelle XXXVIII

Funktion. Ergebnis	Zahl d. Fälle	Röntgenologisches Kontrollergebnis					
		ohne wesentliche Strukturveränderungen	Mulde	Stufe	Posttraumatische Arthrosis def.		
					leicht	mittel	schwer
Bewegung nicht eingeschränkt	19	12	4	5	2	-	-
Streckhemmung	5	-	3	1	2	2	1
Beugung weniger als 90°	8	1	6	1	2	2	1
Beugung eingeschränkt aber über 90°	21	5	8	7	5	4	1

Beziehung zwischen Funktion und Röntgenbefund

Aus der Übersicht geht hervor, daß eine anatomisch unvollkommene Wiederherstellung des Tibiakopfes nicht immer zu Funktionsausfällen im Kniegelenk führt. Von 19 nachuntersuchten Patienten mit freier Beweglichkeit im Kniegelenk weisen 7 in der verletzten Tibiagelenkfläche Stufen und Mulden auf. Andererseits sind bei 9 von

10 Kranken mit erheblicher Beeinträchtigung der Kniegelenkfunktion (Streckhemmung, Beugung geringer als 90°) deutliche strukturelle Schäden in der Tibiagelenkfläche sowie eine posttraumatische Arthrosis deformans vorhanden.

Die arthrotischen Veränderungen bedingen fast immer eine Beeinträchtigung der Gelenkfunktion, wenn auch häufig nur von geringem Ausmaß. Nur bei 2 Patienten haben die arthrotischen Deformierungen (in beiden Fällen leichter Art) keine Bewegungseinschränkung im Kniegelenk verursacht.

Eine frakturbedingte Achsenabknickung im Kniegelenk mit entsprechend starker Überlastung eines Kondylengebietes führt häufig zu arthrotischen Vorgängen im Gelenk. Unter 8 nachuntersuchten Patienten mit starker traumatischer Achsendeviation zeigen 6 röntgenologische Veränderungen im Sinne einer posttraumatischen Arthrosis deformans.

Bei 8 von 11 Patienten (73 %), die zur Zeit des Unfalles über 60 Jahre alt waren, hat der Schienbeinkopfbruch zur sekundären einseitigen Arthrosis geführt. Eine bevorzugte Beteiligung der älteren Jahrgänge an arthrotischen Deformierungen nach der Fraktur ist daraus ersichtlich: Bei Patienten bis zu 60 Jahren besteht nur in 24 % eine posttraumatische Arthrosis deformans.

Ein Zusammenhang zwischen Zeitpunkt des Belastungsbeginns und Arthrosen-Entwicklung kann nicht festgestellt werden. Auch unter 10 Tibiakopfbrüchen, bei denen der Belastungsbeginn erst nach der 12. Behandlungswoche lag, hat sich in 4 Fällen eine posttraumatische Arthrosis deformans entwickelt.

c) Subjektive Beschwerden

31 Patienten (65 % der nachuntersuchten Fälle) klagen über Schmerzen in dem von der Tibiakopffraktur betroffenen Kniegelenk, teilweise auch über ziehende Schmerzen in der Wadenmuskulatur. Die geäußerten Beschwerden stehen teilweise in keinem Verhältnis zu den funktionellen und röntgenologischen Befunden.

8 Patienten empfinden fast ständig Schmerzen, auch ohne Belastung des geschädigten Kniegelenkes.

23 Patienten verspüren Schmerzen bei stärkerer Beanspruchung des Kniegelenkes, wie längerem Gehen oder Stehen. Treppensteigen, Ein- und Aussteigen an der Trambahn werden häufig als besonders schmerzhaft und anstrengend empfunden.

Von einigen Nachuntersuchten wird über ausgesprochene Witterungsschmerzen mit Stechen und Ziehen im Kniegelenk berichtet.

14 Kranke (29 % der nachuntersuchten Fälle) klagen über einseitiges häufiges Anschwellen des Unterschenkelbereiches, insbesondere abends oder nach längerem Stehen. Teilweise berichten diese Kranken auch über Kältegefühl und sog. Pelzigwerden, isoliert am betroffenen Bein. In keinem dieser Fälle wurden aber Zeichen peripherer Zirkulationsstörungen vor dem Unfall beobachtet.

Arterielle Durchblutungsstörungen fanden wir bei 4 nachkontrollierten Tibiakopffrakturen im Unterschenkel- und Fußbereich.

Eine einseitig ausgeprägte Varicosis cruris hat sich nach dem Unfall bei 2 Patienten ausgebildet.

d) Beeinträchtigung der Arbeits- und Berufsfähigkeit

Eine anerkannte unfallbedingte Erwerbsminderung entsprechend der Rentengesetzgebung besteht bei 11 nachuntersuchten Patienten (23 %). In besonderem Maße fühlen sich 2 Maurer in der Ausübung ihres Berufes behindert (Kniegelenkfunktion in einem Falle $170^{\circ}/140^{\circ}$, im anderen $165^{\circ}/90^{\circ}$).

Tabelle XXXIX

B M	40 %	30 %	20 %	10 %	durchschn. 25,5 %
Zahl der Fälle	2	4	3	2	insgesamt 11

Erwerbsminderung

Mehrere durch Spätschaden nach einem Schienbeinkopfbruch beruflich beeinträchtigte Verletzte erhalten keine Renten, da kein Arbeitsunfall im rentenberechtigten Sinne vorliegt. 2 Patienten mußten auf Grund der Bewegungseinschränkung im Kniegelenk und starker subjektiver Beschwerden den Beruf wechseln.

XII. Gesamtbeurteilung

Eine umfassende Bewertung der Befunde der 48 nachuntersuchten Patienten ist nur schwer möglich. Klinische Untersuchungebefunde und röntgenologische Kontrollergebnisse einerseits und subjektive Klagen des Patienten andererseits entsprechen einander oft nicht. Selbstverständlich kann das Behandlungsergebnis der Tibiakopffrakturen nur nach dem glaubhaften subjektiven Befinden und den klinischen Beobachtungen eingeschätzt werden, die für Statik und Funktion von Bedeutung sind. So wird z.B. eine Achsendeviation im verletzten Kniegelenk nur inso-

weit bei der Gesamtbeurteilung eine Rolle spielen, als daraus eine Beeinträchtigung der Statik erwachsen ist. Auch röntgenologisch festgestellte Destruktionen und post-traumatische arthrotische Deformierungen sind für sich allein keine Kriterien für die Einschätzung des Behandlungserfolges.

Standfestigkeit auf dem frakturierten Tibiakopf, funktionelle Qualitäten des Kniegelenkes und vom Patienten selbst geäußerte Beschwerden sind daher für eine überblickende Gesamtbeurteilung allein entscheidend.

Um den Überblick über Erfolge und Mißerfolge in unserer Tibiakopfbruchbehandlung der Jahre 1956 bis einschließlich 1961 zu erleichtern, werden 3 Gruppen unterschieden: gute, befriedigende, schlechte Spätergebnisse.

Als "gut" werden die Behandlungserfolge der Tibiakopfbrüche gewertet, bei denen die Standfestigkeit des Beines wiederhergestellt werden konnte, Funktionsausfälle nur in Form geringer Beugehemmungen bestehen und von den Patienten nur geringfügige Beschwerden geäußert werden.

"Befriedigende" Resultate liegen vor, wenn das standfeste Bein voll gestreckt und mindestens bis zum rechten Winkel gebeugt werden kann, Schmerzen und Ermüdungserscheinungen die Brauchbarkeit des von der Fraktur betroffenen Beines nicht wesentlich beeinträchtigen.

Als "schlecht" verheilt sind alle jene nachuntersuchten Tibiakopfbrüche zu bezeichnen, bei denen ein Wackelknie besteht, keine volle Streckung möglich ist, starke Beugehemmung oder ständige starke subjektive Beschwerden zurückgeblieben sind.

Tabelle XL

Gesamtergebnis	gut	befriedigend	schlecht	zusammen
Zahl	22 Fälle	14 Fälle	12 Fälle	48 Fälle
in %	46 %	29 %	25 %	100 %

Übersicht der Behandlungsergebnisse

Tabelle XLI

Gesamtergebnis	gut	befriedigend	schlecht	zusammen
<u>1. Statik</u>				
standfestes Bein	22	14	8	44
Wackelknie	-	-	4	4
<u>2. Funktion</u>				
nicht eingeschränkt	19	-	-	19
Streckhemmung	-	-	5	5
Beugung weniger als 90°	-	-	8	8
Beugung über 90° aber eingeschr.	3	14	4	21
<u>3. subjektive Beschwerden</u>				
nicht vorhanden	17	-	-	17
vorhanden	5	14	12	31

Aufgeschlüsselte Behandlungsergebnisse

Es liegt nahe, nach Ursachen für die immerhin 25 % schlechten Ergebnisse unter den nachuntersuchten Fällen zu suchen. Bei 11 von 12 Fällen zeigt das Röntgenkontrollbild erhebliche frakturbedingte Impressionen und Stufen als Ausdruck ungenügender Reposition. Es handelt sich

hierbei um 6 Kompressionsfrakturen, 1 Spaltbruch mit Kompression, 3 Trümmerbrüche und einen bikondylären Spaltbruch. Während bei Trümmerbrüchen stets mit ungünstigen Spätergebnissen gerechnet werden muß, ist zu überlegen, ob bei einer operativen Behebung der Einstauchung die Kompressionsbrüche nicht günstigere Resultate ergeben hätten. Insbesondere kann angenommen werden, daß eine Hebung eingestauchter Gelenkbezirke auch die normale Spannung der Seitenbänder und der Gelenkkapsel wiederhergestellt hätte, so daß ein Wackelgelenk (bei 4 Kompressionsbrüchen vorhanden!) mitunter vermieden worden wäre.

Das Ergebnis der Nachuntersuchungen der operierten Spaltfrakturen kann jedenfalls zu häufigerem operativen Vorgehen ermutigen. Wenn bei schweren Knochenzerstörungen zwar auch eine operative Reposition kein vollkommenes anatomisches Resultat liefern kann, so gestattet sie doch die Beseitigung grober Destruktionen. Da wir bei gering dislozierten Brüchen bessere Spätergebnisse erhalten, muß das Bestehenbleiben stärkerer Dislokationen vermieden werden.

Posttraumatische arthrotische Prozesse haben weniger die Funktion als vielmehr das subjektive Befinden beeinflußt. Großenteils sind Schmerzen und Ermüdungserscheinungen freilich durch den von uns erhobenen Kontrollbefund nicht recht erklärbar.

XIII. Zusammenfassung

Die Fraktur des Schienbeinkopfes ist keine häufige, aber eine sehr schwere Frakturform. Das Kniegelenk ist meist erheblich mitgeschädigt. Begünstigt wird der Bruch des Tibiakopfes durch mehrere anatomische Faktoren, vor allem

durch die physiologische Valgusstellung des Kniegelenkes, die Inkongruenz der artikulierenden Gelenkflächen und eine im Vergleich zu benachbarten Knochenbezirken verhältnismäßig nachgiebige Spongiosa des Tibiakopfes.

Ist die Diagnose röntgenologisch gesichert, so gilt als Behandlungsziel die Wiederherstellung eines standfesten Beines und einer guten Kniegelenkfunktion. Als konservative Maßnahmen kommen nach einer befriedigenden manuellen Reposition hauptsächlich Oberschenkelgipsverbände (teilweise mit Überkorrektur einer seitlichen Abknickung) und Lagerung auf der BRAUN'schen Schiene bei Dauerextension in Betracht. Eine exakte anatomische Wiederherstellung der Tibiagelenkfläche ist manchmal nur auf operativem Wege zu erreichen. Die metallische Osteosynthese wird heute vor allem durch Verschraubung mit Doppelgewindeschrauben und Federschrauben oder durch Nagelung mit Kantkeilnägeln vorgenommen. Komprimierte Gelenkflächenabschnitte werden nach Tibiakopffosteotomie hochgehebelt und mit transplantierten Knochen (aus der Tibia oder der Spina iliaca anterior superior) unterfüttert. Sowohl bei konservativen als auch bei operativen Behandlungsmethoden soll das verletzte Bein früh bewegt werden, aber erst spät das volle Körpergewicht tragen.

Außer der Fraktur selbst müssen teilweise komplizierende Begleitverletzungen versorgt werden. Während Gefäß- und Nervenverletzungen sehr selten beobachtet werden, sind Bänder und Menisken bei vielen Tibiakopffrakturen mitverletzt. Das klinische Bild der frischen Fraktur (Haemarthros, seitliche Abknickung der Gelenkachse, aktive und passive Bewegungseinschränkung) erschwert oft die Diagnose der Begleitverletzungen erheblich. An akuten Komplikationen werden mitunter Schockzustände und massive Fettembolien gesehen, vor allem bei multiplen Knochenbrüchen.

Für die Rückerlangung einer guten Beweglichkeit des Kniegelenkes ist eine medico-mechanische Nachbehandlung von großer Wichtigkeit. Ist das Behandlungsergebnis durch ungenügende Standfestigkeit, Teilversteifungen oder eine oft recht schmerzhaftes Arthrosis deformans beeinträchtigt, so kann durch operative Späteingriffe am Tibiakopf oder durch Schienenapparate eine Besserung angestrebt werden.

An der Chirurgischen Universitätsklinik München wurden in den Jahren 1956 bis einschließlich 1961 85 Tibiakopfbrüche (47 Männer und 38 Frauen) behandelt. Das Durchschnittsalter beträgt 48 Jahre. In über 60 % der Fälle war ein Verkehrsunfall Ursache der Fraktur. Folgende Bruchformen wurden diagnostiziert: 33 Spaltbrüche, 26 Kompressionsbrüche, 7 Y-förmige und 1 V-förmiger bikondylärer Bruch, 8 Trümmerbrüche, 3 subcapitale Brüche, 6 Brüche der Eminentia intercondylica und 1 Bruch der Tuberositas tibiae. Bei den unikondylären Frakturen war der laterale Kondylus 4 mal häufiger als der mediale betroffen. Bei 19 Brüchen (22 %) war auch die Fibula in ihrem proximalen Abschnitt mitfrakturiert.

78 Patienten wurden konservativ behandelt, und zwar meist durch Ruhigstellung auf Schienen - teilweise bei Drahtextension - für 1 - 3 Wochen und anschließende Oberschenkelgipsverbände (wobei in manchen Fällen die Extension beibehalten wurde). 6 frische Brüche wurden operativ versorgt: 5 mal durch Verschraubung mit ANDRESEN- oder MATTI-Schrauben nach Gelenkeröffnung und genauer Reposition, 1 mal durch Hebung der Gelenkfläche mit einem eingeschlagenen STEINMANN-Nagel und Unterfütterung mittels eines Knochentransplantates aus der Spina iliaca anterior superior. Bei einem alten schlecht verheilten Tibiakopfbruch wurde eine Arthrodesis des Kniegelenkes durchgeführt.

Der Beginn der Bewegung und Belastung war je nach Bruchform und Schweregrad der Dislokation unterschiedlich. Be-

wegungsübungen wurden meist zwischen 4 und 5 Wochen nach Behandlungsbeginn gestattet, der Belastungsbeginn nach 8.1/2 bis 13 Wochen. Begleitverletzungen wie Bänder- und Meniskusläsion wurden nicht gesondert behandelt, ebenso wenig Fibulafrakturen. Gefäß- und Nervenschädigungen konnten in keinem Falle festgestellt werden. 2 Patienten starben wenige Stunden nach dem Unfall in der Klinik an massiven Fettembolien.

48 Patienten konnten 1 - 7 Jahre (durchschnittlich 3.3/4 Jahre) nach dem Unfall nachuntersucht werden. Bei 4 Patienten besteht als Unfallfolge ein Wackelknie. Streckhemmungen sind bei 5 Patienten, stärkere Beugehemmungen (Beugungssektor weniger als 90°) bei 8 Patienten zurückgeblieben. 19 Patienten (knapp 40 %) besitzen eine normale Beweglichkeit im Kniegelenk. Bei primär starker Dislokation der Fraktur sind stärkere Funktionsausfälle häufiger als bei leichteren Frakturen. Bei 9 Patienten besteht Verdacht auf einen geringen Meniskus-schaden, ohne daß hierdurch das Ergebnis wesentlich beeinträchtigt erscheint.

17 Patienten (35 % der nachuntersuchten Fälle) zeigen röntgenologische Veränderungen des Kniegelenkes im Sinne einer posttraumatischen Arthrosis deformans. Hierdurch mögen teilweise die verschiedenen subjektiven Beschwerden bedingt sein, die von 31 nachuntersuchten Kranken (65 %) angegeben werden. Die posttraumatische Arthrosis deformans nach Tibiakopffrakturen tritt vor allem bei älteren Patienten und überwiegend nach schwer dislozierten Frakturen auf. Für exakte Vergleiche konservativer und operativer Behandlungsmethoden ist die Zahl nachuntersuchter operierter Schienbeinkopfbrüche zu klein. In Anbetracht des Schweregrades der operativ behandelten Brüche ist deren statisches und funktionelles Ergebnis, aber auch

das röntgenologische Resultat, recht günstig zu beurteilen. Die besten Ergebnisse zeigen Spaltfrakturen, die ungünstigsten Trümmerfrakturen. Insgesamt können wir 22 nachuntersuchte Fälle (46 %) als gut verheilt, 14 Fälle (29 %) als befriedigend und 12 von 48 Fällen (25 %) als schlecht verheilt bezeichnen.

Herrn Prof. Dr. R. Zenker danke ich für die Überlassung des Themas sowie dafür, daß mir die Durchführung der Nachuntersuchungen in der Chirurgischen Universitätsklinik München ermöglicht wurde.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr.H.J.Kraemer, jetzt Oberarzt der Städtischen Chirurgischen Klinik Wiesbaden, für seine stetige Hilfsbereitschaft und alle guten Ratschläge.

L I T E R A T U R

=====

- (1) Abesser, E.W.: Zbl.Chir.79, 1997 (1954)
- (2) Andreesen, R.: Zbl.Chir.65, 2759 (1938)
- (3) Derselbe: Schienbeinkopfbrüche und ihre Behandlung (1955)
- (4) Derselbe: Chir.Prax. 1959, 49 - 66
- (5) Agrifoglio, E.
und Berardi, G.C.: Rass.ital.chir.Med. 7, 153 (1958)
Ref.Z.ges.Chir. 155/136
- (6) Aufranc, O.E.: J.amer.med.assoc. 176, 676 (1961)
- (7) Ballerio, A.: Arch.di Ortop.65, 101 (1952)
Ref.Z.ges.Chir.127/232
- (8) Barba-Inclan, A.: Cir.ortop.y.Traumatol. (Habana)
15,30 (1949), Ref.Z.ges.Chir.121/303
- (9) Barr, J.: J.amer.med.assoc., 115, 1683 (1940)
- (10) Becker, F.: Dtsch.Z.Chir.243, 189 (1934)
- (11) Derselbe: Chirurg. 7, 774 (1935)
- (12) Derselbe: Zbl.Chir. 74, 1040 (1949)
- (13) Bianchi-Maiocchi
und Fantato: Arch.Chir.del Tor. 67, 512 (1954),
Ref.Z.ges.Chir. 139/385
- (14) Bistolfi: Ref.Zbl.Chir. 56, 767 (1932)
- (15) Böhler, L.: Technik der Knochenbruchbehandlung
(1943)
- (16) Bombelli, R.: Arch.di Ortop.69, 88 (1956), Ref.
Z.ges.Chir. 143/388
- (17) Borch-Madson, P.: Acta orthop.scand. (Københ.)24, 44
(1954) Ref.Z.ges.Chir. 138/140
- (18) Bradford, Kilfoyle,
Kelleher, Magill: Bone Surg. 32-A, 39 (1950)

- (40) Fairbanc, T.J.: Acta orthop.belg. 21, 456 (1955),
Ref.Z.ges.Chir. 142/311
- (41) Felsenreich, F.: Arch.klin.Chir. 179, 375 (1934)
- (42) Derselbe: Wien.Med.Wschr.1951, 88
- (43) Forster, Mole,
Coblentz: Act.orthop.belg.26, 354 (1960)
- (44) Fries, L. und
Willenegger, H.: Z.Unfallmed.Berufskr.52, 242 (1959)
- (45) Furlong, R.: Med.Press 5934, 73 (1953)
- (46) Gérard-Marchant, P.: Rev.Orthop.26, 499 (1939)
- (47) van der Ghinst,M.J.: Chir.55, 97 (1940)
- (48) Girardi, V.C. und
Plaghos, A.H.: Prensa méd.argent.1952, 1659
- (49) Göglér, E.: Unfallopfer im Straßenverkehr,
Series Chir. Nr. 5, (1962)
- (50) Goyo, G. und
Zanuso, G.: Ref.Zschr.Chir.131, 160
- (51) Hartmann, G.: Arch.orthop.Unfallchir.,44,359 (1951)
- (52) Helferich, H.: Chirurg 7, 309 (1935)
- (53) Hoffmann, H.G.: Zbl.Chir, 29, 1342 (1941)
- (54) Hohl, M. und Luck,V.: Bone Surg. 38-A, 1001 (1956)
- (55) Holle, F.: Chirurg 134 (1953)
- (56) Holle, F. und
Hart, W.: Mschr.Unfallhk.61, 65 (1958)
- (57) Hultén, O.: Acta chir. scand.66, 15 (1929)
- (58) Derselbe: Zbl.Chir.59, 344 (1932)
- (59) Derselbe: Chirurg 10, 525 (1938)
- (60) Derselbe: Zbl.Chir.66, 401 (1939)
- (61) Ivanova, A.T.: Chirurgija H.4, 52-56 (1954) (russ.)
Ref.Z.ges.Chir.136/170
- (62) Jacobsen, A.: Act.orthop.scand.23, 34 (1953)
Ref.Z.ges.Chir.134/149

- (63) Jonasch, E.: Arch.orthop.Unfallchir.47, 96 (1955)
- (64) Junghanns, H.: Langenbecks Arch.276, 242 (1953)
- (65) Kappis, M.: Zbl.Chir.58, 194 (1931)
- (66) Derselbe: Chirurg I, 63 (1934)
- (67) Kashkarov, S.E.: Vestn.Chir.(Mosk.) 86, Nr. 4,29 (russ.) mit engl.Zus.fassg.
- (68) Keller, E.E.: Diss. Zürich (1958)
- (69) Kemkes, H.B.: Chirurg 21, 40 (1950)
- (70) Kirschner, M.: Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre
- (71) Klapp, R.: Chirurg 7, 289 (1929)
- (72) Knoblauch, H.: Mschr.Unfallhk.56, 340 (1953)
- (73) König, W.: Dtsch.Z.Chir.223, 420 (1930)
- (74) Koch, F.: Arch.Klin.Chir.191, 12 (1938)
- (75) Krull, F.: Langenbecks Archiv 276, 279 (1953)
- (76) Derselbe: Mschr.Unfallhk.57, 215 (1954)
- (77) Derselbe: Mschr.Unfallhk.59, 305 (1956)
- (78) Küntscher, G.: Chirurg 22,351 (1951)
- (79) Derselbe: Langenbecks Arch.270,444 (1951)
- (80) Kuhlmann, K.: Langenbecks Arch.276,257 (1953)
- (81) Landelius, E.: Svenska Läkartid 5; 1078 (1935)
- (82) Landois: Zbl.Chir.2, 81 (1925)
- (83) Lange, M.: Z.Orthop. 84, 273 (1954)
- (84) Leadbetter und Frank, J.: Bone Surg.22, 559 (1940)
- (85) Lee, H.: Amer.J.Surg.94, 940 (1957)
- (86) Lehmann, J.C.: Chirurg 8, 656 (1936)
- (87) Derselbe: Zbl.Chir.63, 2672 (1936)
- (88) Lentz, W.: Chirurg 27, 252 (1956)

- (89) Lembocke, W.: Langenbecks Arch.276, 256 (1953)
- (90) Lexer, E.: Zbl.Chir.36, 2261 (1930)
- (91) Derselbe: Die gesamte Wiederherstellungs-
 chirurgie (1931)
- (92) Derselbe: 1.Chir.59, 642 (1932)
- (93) Lichtenauer, F.: Dtsch.Z.Chir.251, 1 (1938)
- (94) Lohe, R.: Arch.orthop.Unfallchir.45, 573 (1953)
- (95) Maatz, R.: Z.Orthop.80, 643 (1951)
- (96) Derselbe: Arch.orthop.Unfallchir.44, 529 (1951)
- (97) Derselbe: Chirurg 27, 247 (1956)
- (98) Magnus, G.: Arch.klin.Chir.177, 277 (1933)
- (99) Maróttoli, O.: Bol.soc.cir.Rosario 17, 218 (1950)
 Ref.Z.ges.Chir.123/252
- (100) Martin, A.J.: Bone Surg.42-A,13 (1960)
- (101) Meerwein: Dtsch.Z.Chir.102,122 (1909)
- (102) Merke, F.: Helvet.Chir.Acta 20, 284 (1953)
- (103) Merle d'Aubigné, R.
 und Mazas, F.: Rêv.Chir.orthop.46, 289 (1960)
- (104) Mikkelsen, O.: Acta chir.scand. 73, 1 (1933)
- (105) Mitchell, W.: Med.Press 1947, 303
- (106) Morisi, Tiberio,
 Gibelli, Forti: Arch.Ortop. (Milano) 72, 491 (1959)
 Ref.Z.ges.Chir.157/236
- (107) Mutschler, H.H.: Med.Welt 1960, 1374
- (108) Olesen, V.: Ugeskr.Laeg., 1955, 644 (dänisch)
 mit engl.Zus.fass.,Ref.Z.ges.Chir.
 140/208
- (109) Ostapowicz, G.: Dtsch.Gesundh.-Wes.16, 170 (1961)
- (110) Ott, W. und Tschui,F.: Helvet.chir.act.26, 583 (1959)
- (111) Palmer, I.: J.Bone Surg.21, 674 (1939)
- (112) Derselbe: J.Bone Surg.33-B, 160 (1951)
- (113) Payr, E.: Chirurg 7, 309 (1935)

- (114) Perey, O.: Acta chir.scand.103, 154 (1952)
- (115) Perusi, A.: Arch.di Ortop.65, 165 (1952)
Ref.Z.ges.Chir.127/228
- (116) Pierra, Ch.: Mém Acad.Chir.79, 104 (1953)
- (117) Piqué, J.A.: Rev.Asoc.méd.argent.64, 302 (1950)
Ref.Z.ges.Chir.118/429
- (118) Pironneau, A. und
Gosset, J.: Semaine Hôp. (Paris) 1951, 2324
- (119) Pillet, J.: J. de Chir. 75, 72 (1958)
- (120) Primo, G.: Acta chir. Belg. 52, 720 (1953)
- (121) Rauber-Kopsch: Lehrbuch der Anatomie
- (122) Rehbein, F. und
Busse, K.-A.: Chirurg 20, 118 (1949)
- (123) Dieselben: Bruns Beitr.180, 409 (1950)
- (124) Salem, P. und
Wurnig, P.: Arch.orthop.Unfallchir.45, 600
(1953)
- (125) Salvagni, A.: Minerva ortop. (Torino) 10, 1 (1959)
Ref.Z.ges.Chir.156/112
- (126) Schede: Chirurg 7, 310 (1935)
- (127) Scheibe, G.: Zbl.Chir.81, 374 (1956)
- (128) Schönbauer, H.: Mschr.Unfallhk,60, 83 (1957)
- (129) Schürch, O. und
Ackermann, W.: Z.Unfallmed.Berufskr.37, 228 (1944)
- (130) Scolari, F. und
Tunési, A.: Arch.di Ortop. 64, 118 (1951)
Ref.Z.ges.Chir.122/140
- (131) Sechehaye, L.: J. de Chir.45, 561 (1935)
- (132) Seemen v.: Chirurg 7, 774 (1934)
- (133) Sgrosso: Bol.soc.cir.Rosario 18, 29 (1951)
Ref.Z.ges.Chir.127/229
- (134) Slee, G.: J.Bone Surg. 37-B, 427 (1955)
- (135) Spiegelman, L.: J.Bone Surg. 35-A, 696 (1953)

- (136) Spina, G.: Minerva Chir. (Torino) 16, 333 (1961)
- (137) Titze, Z.: Z.Orthop. 80, 436 (1951)
- (138) Trabucco: Chir.Org.di Novim.16, 306 (1931)
Ref.Z.ges.Chir. 56/463 (1932)
- (139) Turner, V.: J.amer.med.assoc.169, 923 (1959)
- (140) Unglaube, L.: Zbl.Chir.80/1372 (1955)
- (141) Vacirca, M.: Minerva chir. (Torino) 9, 89 (1954)
Ref.Z.ges.Chir.139/130
- (142) Vollmar, J. und Benz, K.: Arch.orthop.Unfallchir.52, 438 (1960)
- (143) Wassner, U.-J.: Chirurg 26, 536 (1955)
- (144) Weller, S. und Köhnlein, E.: Die Traumatologie des Kniegelenkes (1962)
- (145) Weyand, E.: Zbl.Chir.79, 1886 (1954)
- (146) Will, H.: Zbl.Chir.77, 1793 (1952)
- (147) Wilson, W. und Jacobs, J.: Bone Surg. 34-A, 436 (1952)
- (148) Witt: Verhandl.orthop.Ges., Münster 1953, Kongreßber. S. 182
- (149) Witter, H.: Hefte Unfallhk.86, 216 (1961)
- (150) Wüthrich, A.: Arch.Orthop.Unfallchir.40, 71 (1939)
- (151) Zachariae, L.: Nord.Med.49, 131 (1953) (dänisch)
mit engl.Zus.fassg., Ref.Z.ges.Chir. 130/399

Lebenslauf

Am 9. Juni 1939 wurde ich, Peter Edmund Carl, als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Bruno Carl und seiner Ehefrau Elisabeth, geborene Bauersachs, in Erfurt geboren.

Ich wuchs in Coburg auf, besuchte daselbst von 1945 bis 1949 die Volksschule und von 1949 bis 1958 das humanistische Gymnasium Casimirianum.

Nachdem ich im Sommer 1958 die Reifeprüfung abgelegt hatte, studierte ich vom Wintersemester 1958/59 bis einschließlich Wintersemester 1963/64 an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München Medizin. Hier legte ich im April 1961 die ärztliche Vorprüfung ab und beendete am 5. August 1964 die ärztliche Prüfung mit Erfolg.

OFFSETDRUCK
GUGEL
Würzburg, Ludwigstr. 1 b

OFFSETDRUCK
GUGEL
Würzburg, Ludwigstr. 1 b